



ACADEMIA DA FORÇA AÉREA

Operacionalização, no contexto da Força Aérea, de um Sistema Aéreo Autónomo Não-Tripulado Classe II para Vigilância Marítima e Busca e Salvamento

Alexandre Emanuel Neves Pereira

Aspirante a Oficial-Aluno/Piloto-Aviador 138098-C

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Aeronáutica Militar, na Especialidade de Piloto-Aviador

Júri

Presidente: Brigadeiro-General/EngAer Paulo Manuel Veloso Gonçalves Guerra

Orientador: Tenente-Coronel/EngEI Maria de Fátima Alves Nunes

Co-orientador: Major/EngEI João Manuel Moreira Simões

Vogal: Coronel/PilAv Duarte Domingos da Silva Gomes

Sintra, junho de 2016



ACADEMIA DA FORÇA AÉREA

Operacionalização, no contexto da Força Aérea, de um Sistema Aéreo Autónomo Não-Tripulado Classe II para Vigilância Marítima e Busca e Salvamento

Alexandre Emanuel Neves Pereira

Aspirante a Oficial-Aluno/Piloto-Aviador 138098-C

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Aeronáutica Militar, na Especialidade de Piloto-Aviador

Júri

Presidente: Brigadeiro-General/EngAer Paulo Manuel Veloso Gonçalves Guerra

Orientador: Tenente-Coronel/EngEI Maria de Fátima Alves Nunes

Co-orientador: Major/EngEI João Manuel Moreira Simões

Vogal: Coronel/PilAv Duarte Domingos da Silva Gomes

ISBN:

Sintra, junho de 2016

Este trabalho foi elaborado com finalidade essencialmente escolar, durante a frequência do curso de Pilotagem Aeronáutica cumulativamente com a atividade escolar normal. As opiniões do autor, expressas com total liberdade acadêmica, reportam-se ao período em que foram escritas, mas podem não representar a doutrina sustentada pela Academia Da Força Aérea.

Agradecimentos

“Quanto mais um homem se aproxima do seu objetivo, maiores são as dificuldades.”

Johann Goethe

Esta dissertação de mestrado representa o culminar de mais uma etapa da minha vida pessoal e profissional, foram 5 longos anos recheados de bons e maus momentos. As minhas palavras nunca serão suficientes para poder demonstrar o meu profundo reconhecimento às pessoas que me ajudaram a crescer e a tornar naquilo que sou hoje, mas ainda assim quero deixá-lo presente neste pequeno e singelo texto.

Pai, pelo apoio incondicional, pela educação, por tudo que me ensinaste e pelo exemplo que tens sido como amigo e militar, resta-me desejar poder ser como tu quando for “grande”.

Mãe, pela preocupação, pelo carinho e pelos mimos que nunca me faltaram nos últimos 22 anos.

Irmão, pelos “carolos” dados na altura certa, pela inspiração e garra que me transmitiste desde sempre, espero que a vida te traga muita felicidade.

Avós e restante família, pelo suporte e confiança que sempre depositaram em mim, tentarei sempre honrar as nossas origens e tradições.

Inês, meu porto de abrigo, obrigado pela paciência e pela tranquilidade que trouxeste à minha vida neste último ano.

Major João Simões, pela elevada disponibilidade, orientação, sugestões e correções, que se revelaram fulcrais para a concretização desta investigação.

Tenente-Coronel Maria Bento, pelo apoio e orientação dados ao longo destes dois últimos anos, foram fundamentais para o desenvolvimento desta tese.

Militares que entrevistei e privei, foi um prazer conversar convosco, possibilitaram enriquecer esta dissertação e ainda aumentar o meu conhecimento sobre a organização.

Mustangs, minha 2ª família, obrigado por me terem facilitado o percurso na AFA e por serem os melhores amigos que alguma vez poderia ter, desejo a todos vós a maior das sortes.

Resumo

Os sistemas de aeronaves não-tripuladas (UAS-*Unmanned Aircraft Systems*) são uma realidade nos mais distintos cenários, especialmente nos militares. Atualmente, qualquer força armada credível possui sistemas de armas deste tipo ou planeia adquiri-los a curto prazo. Os militares encontram nesta nova valência do poder aéreo uma forma de ultrapassar alguns desafios colocados, essencialmente, por problemas de restrições económicas, humanas e técnicas.

O aumento da mobilidade no transporte marítimo e no transporte aéreo, sobre os oceanos leva a que a zona económica exclusiva possa estar ameaçada, especialmente, a costa portuguesa, justificando-se assim, a existência dos meios necessários à sua vigilância de forma eficiente e eficaz. Para isso o país conta com o apoio Força Aérea Portuguesa, que pretende integrar no seu dispositivo nacional UAS Classe II (peso máximo à descolagem entre os 150kg e os 600kg) e desta forma levar a cabo, juntamente com as outras Unidades Aéreas já existentes, missões de Vigilância Marítima e Busca e Salvamento.

Não obstante da capacidade já existente, torna-se relevante que sejam estudadas soluções que possam complementar a missão por ela levada a cabo visando, assim, uma otimização de recursos se possível.

Tendo em conta esta moldura enquadradora, a presente dissertação, através de um estudo teórico, tem por objetivo geral analisar a potencial operacionalização de um UAS do tipo Classe II, no contexto das missões da Força Aérea. Para a elaboração deste estudo investigou-se e recolheu-se informações sobre a missão VIMAR e SAR. Para a recolha de dados foram elaboradas entrevistas a alguns militares experientes da organização. Os dados recolhidos possibilitaram a criação e respetiva análise de uma matriz SWOT, assim como tipificar missões, no âmbito da Vigilância Marítima e Busca e Salvamento, nas quais a integração do UAS com as aeronaves tripuladas se revelaria fulcral para o sucesso das operações aéreas.

Provado o potencial, termina-se com a enumeração de diversas tarefas, sensores, equipamentos e requisitos que poderão servir de referência aos responsáveis pelo desenho e conceção do UAS.

Palavras-chave: Sistemas aéreos não-tripulados (UAS), Vigilância Marítima, Busca e Salvamento, sensores e equipamentos.

Abstract

The Unmanned Aircraft Systems (UAS) are a reality in the most different scenarios, especially in the militar. Nowadays any credible armed force has weapons systems of this type or is planning to acquire them in the short term. The military find in this new valence a way to overcome the challenges related to economic, human and technical constraints.

The increase in maritime and air traffic over the oceans, mean that the exclusive economic zone may be threatened especially the portuguese coast, justifying the existence of means to carry out surveillance in a efficient and effective manner. For this, the country has the support of the Portuguese Air Force, which is intends to integrate in their national system some UAS Class II (maximum take-off weight between 150kg and 600kg), and wants to carry out the Maritime Surveillance and Search and Rescue (SAR) missions along with the existing Squadrons.

Despite the existing capacity, it's important to study other solutions to complement the mission, aiming for a resource optimization if possible

This dissertation, through a theoretical study, focuses on the analysis of the potential operation of an UAS Class II, in the context of the missions of the Air Force. For the preparation of the study, the author researched and collected information from experienced military men about the Maritime Surveillance and SAR missions, which enable to create and analyze a SWOT matrix and typify missions of Maritime Surveillance and Search and Rescue, where the integration of UAS with manned aircraft would prove crucial to the success of air operations.

Once the potential is proved, the author ends with the identification of different tasks, sensors, equipment and requirements that serve as a reference to those who are responsible for the design and conception of the UAS.

Key Words: Unmanned Aerial Systems (UAS), Maritime Surveillance, Search and Rescue, sensors and equipment

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Índice	ix
Índice de figuras	xi
Índice de tabelas	xiii
Lista de Acrónimos	xv
Glossário	xxi
1. Introdução	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Motivação	3
1.3. Objetivo e Metodologia	4
1.4. Âmbito	5
1.5. Organização da Dissertação	6
2. Revisão da Literatura	9
2.1. Definição e Composição do sistema UAS	9
2.2. Nomenclatura	11
2.3. Classificação	12
2.4. Regulamentação	13
2.5. História dos UAS	14
2.6. UAS na FA	17
3. SAR e VIMAR na Força Aérea	23
3.1. SAR	23
3.2. VIMAR	25
3.3. Esquadras	27
3.3.1. Esquadra 751 “PUMAS”	28

3.3.2.	Esquadra 601 “LOBOS”	32
3.3.3.	Esquadra 502 “ELEFANTES”	38
4.	Análise ao potencial de operacionalização de um UAS de Classe II, no contexto da FA	45
4.1.	Análise matriz SWOT	47
4.2.	Tipificação de duas missões	49
4.2.1.	VIMAR.....	49
4.2.2.	SAR.....	51
5.	Tarefas a executar	55
5.1.	Sensores	57
5.2.	Outros Equipamentos	58
5.3.	Requisitos Adicionais	60
6.	Conclusão e Recomendações	63
6.1.	Conclusão	63
6.2.	Recomendações	66
7.	Referências Bibliográficas.....	69

Índice de figuras

Figura 1 - Cronologia de nomes atribuídos às aeronaves não-tripuladas	11
Figura 2 – Áreas continentais de prioridade 1.1	50
Figura 3 - Missão SAR.....	52
Figura 4 - Gimbal Giro-estabilizada “UAV Vision CM202”	59

Índice de tabelas

Tabela 1 - Classificação de UAS	13
Tabela 2 - Caraterísticas, performance e custos estimados das plataformas da FAP	21
Tabela 3 - Matriz SWOT	47

Lista de Acrónimos

<i>AFA</i>	<i>Academia da Força Aérea</i>
<i>AIS</i>	<i>Automatic Identification System</i>
<i>ANAC</i>	<i>Autoridade Nacional de Aviação Civil</i>
<i>ASuW</i>	<i>Anti-surface Warfare</i>
<i>BTID</i>	<i>Base Tecnológica e Industrial de Defesa</i>
<i>C2</i>	<i>Command and Control (Comando e Controlo)</i>
<i>CA</i>	<i>Comando Aéreo</i>
<i>CAM</i>	<i>Centro de Apoio à Missão</i>
<i>CEDN</i>	<i>Conceito Estratégico de Defesa Nacional</i>
<i>CEM</i>	<i>Conceito Estratégico Militar</i>
<i>CEMFA</i>	<i>Chefe de Estado-Maior da Força Aérea</i>
<i>CEMGFA</i>	<i>Chefe de Estado-Maior-General das Forças Armadas</i>
<i>CeRVI</i>	<i>Centro de Reconhecimento e Vigilância</i>
<i>CFMTFA</i>	<i>Centro Formação Militar e Técnica da Força Aérea</i>
<i>CIAFA</i>	<i>Centro de Investigação da Academia da Força Aérea</i>
<i>CIDIFA</i>	<i>Centro de Investigação, Desenvolvimento & Inovação da Força Aérea</i>
<i>CLAFA</i>	<i>Comando da Logística da Força Aérea</i>
<i>CONOPS</i>	<i>Conceito de Operações</i>
<i>CRO</i>	<i>Crisis Response Operations</i>
<i>CSAR</i>	<i>Combat Search and Rescue</i>

<i>DEP</i>	<i>Departamento de Engenharia e Programas</i>
<i>DF</i>	<i>Direction Finder</i>
<i>DGRM</i>	<i>Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos</i>
<i>DOTMLPII</i>	<i>Doutrina, Organização, Treino, Material, Liderança, Pessoal, Infraestruturas e Interoperabilidade</i>
<i>EASA</i>	<i>European Aviation Safety Agency</i>
<i>ELINT</i>	<i>Electronic Intelligence</i>
<i>ELR</i>	<i>Extended Long Range</i>
<i>EMFA</i>	<i>Estado-Maior da Força Aérea</i>
<i>EO</i>	<i>Eletro-ótico</i>
<i>EPR</i>	<i>Entidade Primariamente Responsável</i>
<i>EUA</i>	<i>Estados Unidos da América</i>
<i>FA</i>	<i>Força Aérea Portuguesa</i>
<i>FEUP</i>	<i>Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto</i>
<i>FFAA</i>	<i>Forças Armadas</i>
<i>FFSS</i>	<i>Forças e Serviços de Segurança</i>
<i>FIR</i>	<i>Flight Information Region</i>
<i>GNR</i>	<i>Guarda Nacional Republicana</i>
<i>GPS</i>	<i>Global Position System</i>
<i>HD</i>	<i>High-Definition (Alta-Definição)</i>
<i>HF</i>	<i>High Frequency</i>
<i>HV</i>	<i>Hora de Voo</i>

<i>ILS</i>	<i>Instrument Landing System</i>
<i>IP</i>	<i>Internet Protocol</i>
<i>IR</i>	<i>Infra Red/ Infravermelho</i>
<i>ISTAR</i>	<i>Intelligence, Surveillance, Target Acquisition, and Reconnaissance</i>
<i>KIAS</i>	<i>Knots Indicated Airspeed</i>
<i>LEA</i>	<i>Licenças Especiais de Aeronavegabilidade</i>
<i>MARPOL</i>	<i>Maritime Pollution</i>
<i>MDN</i>	<i>Ministro da Defesa Nacional</i>
<i>MFA</i>	<i>Manual da Força Aérea</i>
<i>MRCC</i>	<i>Centro Coordenador de Busca e Salvamento Marítimo (Maritime Rescue Coordination Centre)</i>
<i>MTI</i>	<i>Moving Target Indication</i>
<i>MWS</i>	<i>Missile Warning System</i>
<i>NATO</i>	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
<i>NCW</i>	<i>Network Centric Warfare</i>
<i>NM</i>	<i>Nautical Miles</i>
<i>NVG</i>	<i>Night Vision Goggles</i>
<i>NVIS</i>	<i>Night Vision</i>
<i>PERSEUS</i>	<i>Protecting European Seas and Borders Through the Intelligent Use of Surveillance</i>
<i>PITVANT</i>	<i>Projeto de Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Não-Tripulados</i>
<i>PSP</i>	<i>Polícia de Segurança Pública</i>

<i>PVI</i>	<i>Pilot Vehicle Interface</i>
<i>RCC</i>	<i>Centro de Busca e Salvamento (Rescue Coordination Centre)</i>
<i>RECAER</i>	<i>Reconhecimento Aéreo</i>
<i>RPAS</i>	<i>Remoted Piloted Aircraft System</i>
<i>SA</i>	<i>Sistema de Armas</i>
<i>SAR</i>	<i>Search and Rescue</i>
<i>SCTN</i>	<i>Sistema Científico Tecnológico Nacional</i>
<i>SEAGULL</i>	<i>Sistemas Inteligentes de Suporte ao Conhecimento Situacional Marítimo baseados em Veículos Aéreos não-Tripulados</i>
<i>SFN</i>	<i>Sistema de Forças Nacional</i>
<i>SIFICAP</i>	<i>Sistema Integrado de Informação e Apoio à Vigilância, Fiscalização e Controlo da Atividade da Pesca</i>
<i>SNBSA</i>	<i>Serviço Nacional de Busca e Salvamento Aéreo</i>
<i>SNBSM</i>	<i>Serviço Nacional de Busca e Salvamento Marítimo</i>
<i>STE</i>	<i>Secure Transmission System</i>
<i>STOL</i>	<i>Short Takeoff and Landing</i>
<i>TACAN</i>	<i>Tactical Air Navigation</i>
<i>TCDL</i>	<i>Tactical Common Data Link</i>
<i>UA</i>	<i>Unidade Aérea</i>
<i>UAS</i>	<i>Unmanned Aircraft System (Sistema Aéreo Não-Tripulado)</i>
<i>UAV</i>	<i>Unmanned Aerial Vehicle (Veículo Aéreo Não-Tripulado)</i>
<i>UE</i>	<i>União Europeia</i>
<i>UV</i>	<i>Ultravioleta</i>

VIMAR	<i>Vigilância Marítima</i>
VOR	<i>VHF Omnidirectional Radio Range</i>
VRPTM	<i>Vigilância, Reconhecimento e Patrulhamento Terrestre e Marítimo</i>
ZEE	<i>Zona Económica Exclusiva</i>

Glossário

Informação	Fatos, dados, instruções em qualquer tipo ou formato usados na produção de Informações [JP 1-02, 2010].
<i>Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (ISR)</i>	É a atividade que sincroniza e integra o planeamento e a operação de sensores, meios, processamento, exploração e o sistema de disseminação no apoio direto às operações. É uma função que integra a <i>Intelligence</i> e as operações [JP 1- 02, 2010].
<i>Payload</i>	Dispositivo ou equipamento transportado pelo UAV, cujo objetivo é executar a missão que lhe é atribuída. A carga útil compreende todos os elementos do veículo aéreo que são transportados com a finalidade de cumprir os objetivos específicos da missão, desta forma exclui os equipamentos relacionados com o voo em si [JAPCC, 2010].
Perceção Situacional (SA)	Conhecimento dos elementos e da informação disponível em determinado cenário, necessário à tomada de decisões bem informadas [AAP-6, 2012].
RADAR	Equipamento utilizado para a deteção de objetos distantes e determinar a sua posição, velocidade e outras características, através da análise de ondas eletromagnéticas de alta frequência refletidas na sua superfície [MFA 506-1, 2009].
Reconhecimento	Missão levada a cabo para obter, por observação visual ou através de outros métodos de deteção, informações sobre as atividades e os recursos de um inimigo ou adversário, ou dados meteorológicos, características hidrográficas ou geográficas de uma área particular [JP 1-02, 2010].

Reconhecimento Aéreo	Recolha de informações de interesse, quer através da observação visual, quer pela utilização de sensores embarcados nos meios aéreos [AAP-6, 2012].
Sistema de Armas (SA)	Conjunto de plataformas, armas, organização, o pessoal, o material e as infraestruturas específicas e necessárias à sua manutenção, ou seja, a combinação de plataforma, arma e operador, de modo a que o operador empregue a arma através da plataforma [JP 1-02, 2010].
Vigilância	Observação sistemática do espaço aéreo, superfície ou sub-superfície, de lugares, pessoas ou coisas, por meios visuais, acústicos, eletrónicos, fotográficos ou outros [JP 1-02, 2010].
Vigilância Aérea	Observação sistemática do espaço aéreo através de meios eletrónicos, visuais ou outros, com o objetivo principal de identificar e determinar movimentos de aeronaves e mísseis, amigos ou inimigos, num determinado espaço aéreo sob observação [JP 1-02, 2010].
Vigilância Marítima	Observação sistemática da superfície e sub-superfície marítima por todos os meios e métodos disponíveis com o objetivo principal de localizar, identificar e determinar o movimento de navios, submarinos e outras embarcações. [JP 1-02, 2010].
<i>Flight Information Region</i> (FIR)	Espaço aéreo de dimensões definidas onde são fornecidos os serviços de informação de voo e alerta [ICAO, 2005]

ZEE

Zona situada além do mar territorial e a este adjacente, sujeita ao regime jurídico específico estabelecido na presente Parte, segundo o qual os direitos e a jurisdição do Estado costeiro e os direitos e liberdades dos demais Estados são regidos pelas disposições pertinentes na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar [CNUDM,1982]

1. Introdução

1.1. Generalidades

“If you know the enemy and know yourself you need not fear the results of a hundred battles.”

Sun Tzu

Hoje em dia, a tecnologia e a segurança ‘caminham’ juntas, com o objetivo facilitar e melhorar as capacidades dos países no que diz respeito à Segurança Interna e Externa dos mesmos. Para tal, o Homem ambiciona tornar os equipamentos o mais autónomos possível, retirando-se assim da ‘frente de batalha’ e colocando-se na ‘retaguarda’, onde irá desempenhar funções de âmbito Tático e Estratégico, orientadas para a tomada de decisão. Portugal não fugindo à regra tem vindo a desenvolver os seus próprios sistemas autónomos visando a sua implementação em ambiente operacional.

O novo Sistema de Forças Nacional (SFN), aprovado a 30 de julho de 2014 pelo Conselho Superior de Defesa Nacional refere: *“deverá enquadrar as capacidades dos Ramos numa estrutura baseada em áreas de capacidades de natureza conjunta, entendidas nos seus efeitos operacionais, tendo por base os cenários identificados e adotando uma abordagem coerente com as respetivas prioridades de emprego”* (CEM, 2014, pp.38). Nesse sentido o novo SFN, considera a existência de uma capacidade de Vigilância, Reconhecimento e Patrulhamento Terrestre e Marítimo (VRPTM) que venha a integrar, conjuntamente com os meios aéreos tripulados já existentes (P-3C, C-295M, EH-101, F-16MLU), meios *Unmanned Aerial System*/Sistema Aéreo Não-tripulado (UAS), de maneira a cumprir as missões acima referidas. Com este dispositivo pretende-se reforçar a capacidade operacional a utilizar no espaço de *soberania, responsabilidade e jurisdição* nacional, empregando de forma sistemática e persistente, meios aéreos tripulados e não-tripulados. Prevê-se que os UAS serão mantidos em estado de permanente prontidão e a utilizar, não só por Portugal, mas também pela *North Atlantic Treaty Organization* (NATO) e União Europeia (UE).

Neste sentido, a Força Aérea definiu no âmbito do seu Manual 500-12 (MFA, 2013), a sua *Visão Estratégica para Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas*, tendo como finalidade *“traçar uma orientação estratégica para o desenvolvimento, integração e emprego de UAS na Força Aérea, a fim de alcançar uma capacidade*

de emprego operacional, potenciando o cumprimento de missões militares e de interesse público, numa perspetiva conjunta e abrangente”(MFA 500-12, 2013, pp. 1–2). Segundo esta Estratégia foi atribuída ao Centro de Investigação, Desenvolvimento & Inovação da Força Aérea (CIDIFA), a missão de levar a cabo, em colaboração com entidades da Base Tecnológica e Industrial de Defesa (BTID) e do Sistema Científico Tecnológico Nacional (SCTN) o projeto, fabricação e operacionalização de um sistema aéreo autónomo Classe II, tendo esses trabalhos sido iniciados no ano 2014.

Em consonância com este ponto de vista estão já a ser dados, no contexto da Força Aérea e envolvendo o Comando Aéreo (CA), Divisão de Operações (DivOPS) e o CIDIFA, os primeiros passos que visam a definição minuciosa do conjunto de requisitos operacionais que aquele sistema deve satisfazer. Entre as utilizações preconizadas, pretende-se que o UAS Classe II possa complementar as capacidades existentes na Força Aérea, ao nível de plataformas tripuladas para a realização das missões de Vigilância Marítima e Busca e Salvamento.

O “*know-how*” tecnológico e operacional acumulado, no âmbito dos UAS, pelo CIAFA, constituirá uma mais-valia decisiva para a prossecução do objetivo acima referido. Realça-se, em particular, a experiência acumulada por este *Centro*, ao nível da operação deste tipo de sistemas (única a nível Nacional e já com mais de 600 horas de voo). No sentido de se obter prática com plataformas intermédias entre os 25 kg e os 600 kg de peso máximo à descolagem, o CIAFA preparou ao longo de 2014, duas plataformas ANTEX de 150 kg, para que no ano seguinte, executassem voos sobre o mar. Em 2015 aquelas duas plataformas tiveram uma utilização intensiva, a fim de:

1. Consolidar experiência operacional com plataformas de peso máximo à descolagem superior a 25 kg com o objetivo de se capacitarem militares da Força Aérea para operar o UAS Classe II;
2. Capacitar o CIAFA para testar outro tipo de sensores de peso e volume superiores (e. g. radar de abertura sintética, LIDAR, etc) o que, pelas suas dimensões e peso, não é possível levar a cabo com as plataformas de 25 kg operadas.

Existe ainda um longo caminho a percorrer até se atingir o objetivo traçado na *Visão Estratégica para Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas* (MFA 500-12). Ainda assim, a FA tem vindo a consolidar o seu conhecimento nesta área, participando em

atividades/exercícios nacionais e internacionais, de modo a que no futuro possa ser uma referência e um modelo a seguir pelas Forças Armadas (FAA) de outros países.

1.2. Motivação

Durante todo o percurso escolar, o autor sempre se identificou e interessou pelas áreas relacionadas com a aviação em geral, engenharia, propulsão e armamento. Na frequência do quarto ano letivo do curso de Mestrado em Ciências Militares na Especialidade de Piloto Aviador teve a oportunidade, juntamente com outros camaradas, de optar pela cadeira “*Tecnologias Aeronáuticas*”, onde teve o privilégio de assistir a palestras sobre as diversas Esquadras e Aeronaves da FA. Tudo isto lhe proporcionou uma visão mais conhecedora e abrangente do meio, no qual espera futuramente exercer funções que estatutariamente lhe serão cometidas. No âmbito da frequência da cadeira foi-lhe proposto este tema, bastante apropriado, para a atual conjuntura tecnológica e organizacional que a FA atravessa. Após um breve enquadramento sobre a temática, verificou que seria uma grande oportunidade contribuir para o colmatar de uma lacuna referente à falta de meios operacionais não-tripulados.

Embora a FA já possua muito *know-how* sobre esta temática e tenha UAS capazes de efetuar alguns segmentos do voo autonomamente, ainda não alcançou o nível e dimensão das FAA de outros países europeus. Tem procurado inovar e demarcar-se dos restantes atores, participando em diversos exercícios e criando sinergias com inúmeras entidades governamentais e não-governamentais.

Como jovem militar motivado, o autor busca neste trabalho de investigação, ir de encontro aos interesses da FA e de Portugal. Pode assim contribuir com uma dissertação de valor acrescido para o país, cujo pioneirismo se revê no espírito e ousadia dos nossos antepassados que levaram a cabo grandes feitos “*Por mares nunca de antes navegados*” (CAMÕES, 1572).

Por último, mas não menos importante, o *terminus* desta dissertação de Mestrado, poderá no futuro resultar em vidas salvas e um decréscimo da criminalidade ao largo da costa portuguesa, sendo para o autor um orgulho poder participar direta ou indiretamente neste desiderato.

1.3. Objetivo e Metodologia

O objetivo principal deste trabalho, é analisar a potencial operacionalização de um Sistema Aéreo Não-Tripulado do tipo Classe II, no contexto das missões de Vigilância Marítima e Busca e Salvamento na FA. Para este efeito pretende-se investigar e recolher informações junto de militares experientes pertencentes ao dispositivo da Força Aérea, que levam a cabo este tipo de missões. Após a análise dos dados desta investigação, será compilada uma lista de características que possa servir como base de trabalho ou de referência. Possibilita desta forma ao autor acrescentar valor a esta dissertação, tornando-a um bom ponto de partida para os militares e civis que estejam envolvidos no desenho e conceção do UAS Classe II, que terá algumas das características pensadas de forma a que o sistema realize as missões de VIMAR e SAR, correspondendo com as expectativas da FA.

A abordagem feita para a elaboração deste trabalho foi uma abordagem semelhante à realização de um trabalho de pesquisa científica, não unicamente pelo âmbito em que o tema foi apresentado, abrangido pela área de Tecnologias Aeronáuticas, mas também pela necessidade, que se revelou no estudo inicial da temática, de ser vantajosa a observação prática de alguns conceitos abordados.

A metodologia utilizada foi assim alvo de decisão por parte do autor e de seus orientadores, devido à especificidade do assunto e à necessidade de uma pesquisa direcionada exclusivamente para o nível operacional. O tema “Operacionalização, no contexto da Força Aérea, de um Sistema Aéreo Autónomo Não-Tripulado Classe II para Vigilância Marítima e Busca e Salvamento” ostenta uma enorme complexidade e vastidão no que diz respeito, por exemplo, a diversidade de meios, requisitos, procedimentos, informação, logística e legislação. Estes fatores influenciaram a pesquisa, e como tal, é importante sublinhar que esta publicação terá sobretudo um carácter teórico e uma perspetiva académica. Deste modo, restringe-se exclusivamente às aeronaves operadas pela FA e ao estudo da relevância e operação das mesmas (SILVA, 2013).

Para ter uma base de conhecimentos que levasse o autor a uma conclusão foi necessário dividir e priorizar as seguintes fases:

- 1) Pesquisa bibliográfica sobre os seguintes tópicos:

a. Características relativamente à nomenclatura, taxonomia e principais aspetos de natureza tecnológica dos UAS;

b. Trabalho desenvolvido pelo CIDIFA na área dos UAS nos âmbitos tecnológico, operacional e de formação de operadores;

c. Doutrina seguida por outros países da NATO relativamente à utilização de UAS do tipo Classe II nas missões de VIMAR e SAR;

d. Doutrina definida pela FA relativamente à utilização de UAS em operações aéreas.

2) Entrevistas dirigidas a militares com elevada experiência envolvidos direta, ou indiretamente, nas missões de VIMAR/RECAER (Esquadra 502) e VIMAR/SAR (Esquadra 751);

3) Tipificação de duas missões específicas, VIMAR e SAR, que possam ser realizadas pelo UAS;

4) Identificação de tarefas específicas a que possam ser levadas a cabo pelo UAS;

5) Caracterização e identificação dos sensores e sistemas específicos de missão a instalar a bordo do UAS Classe II;

6) Definição de alguns requisitos operacionais do UAS Classe II;

Importa também referir que o autor decidiu utilizar termos anglo-saxónicos de forma a que, esses mesmos termos, não corram o risco de sofrer qualquer alteração ao seu significado original e porque também as expressões inglesas são aquelas pelas quais são mais vulgarmente reconhecidas (SILVA, 2013).

1.4. Âmbito

Enquadrado na área de Tecnologias Aeronáuticas, o trabalho de investigação procura desenvolver-se no âmbito da utilização futura de UAS Classe II em missões de VIMAR e SAR, tentando dar resposta às necessidades da FA, que se encontram descritas na *Visão Estratégica para Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas* (MFA, 2013).

Devido à localização geoestratégica de Portugal, hoje em dia, aquele tipo de missões têm uma importância cada vez maior para o país, e sobretudo para Europa.

Portugal possui a maior *Search Rescue Region* (SRR) do continente Europeu, que representa uma área de mais de cinco milhões de quilómetros quadrados. Esta área, dada a sua dimensão e aliado ao facto de na última década, o tráfego aéreo e marítimo ao largo da costa portuguesa, ter aumentado substancialmente (TELES e SARMENTO, 2014), torna vital que exista uma capacidade de vigilância persistente da mesma. Esta é conseguida através de aeronaves da FA, de embarcações da Marinha e respetivas tripulações, que se encontram em permanente estado de prontidão em diversos pontos do território nacional. Derivado deste interesse, emerge a possibilidade de aquisição e desenvolvimento de novas plataformas e sistemas, nomeadamente do tipo UAS, que possam resultar num incremento da eficácia e eficiência do SFN.

1.5. Organização da Dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em 6 Capítulos, que estão interligados de forma a complementarem a informação de uma forma lógica e intuitiva, facilitando a consulta da mesma. Aborda inicialmente temas mais gerais, servindo de base para os capítulos seguintes, que gradualmente vão convergindo para temas mais específicos procurando dar resposta ao âmbito e objetivo desta investigação.

O capítulo introdutório, aborda o tema da dissertação, enquadrando-o e apresentando as razões e a motivação que levaram o autor a efetuar o respetivo estudo. É também descrita a metodologia utilizada durante a investigação, a delimitação do tema e o principal objetivo.

No segundo capítulo, é feita a revisão de literatura. Este inclui toda a informação necessária para a interpretação desta dissertação, clarificando assim, conceitos segundo doutrina definida pela NATO como: definição, composição, classificação e regulamentação de UAS. Contém ainda um breve resumo sobre a perspetiva histórica dos veículos não-tripulados, desde os primórdios até ao que existe hoje em dia a nível mundial. Por último são mencionados os desenvolvimentos realizados pela FA nesta área.

No terceiro capítulo são abordadas as operações de VIMAR e SAR. Neste mesmo sentido o autor explorou as principais Unidades Aéreas (UA) responsáveis

por este tipo de operações, fazendo referência às aeronaves e aos sistemas que as equipam.

O quarto e quinto capítulo são a resposta ao objetivo de estudo desta dissertação. No quarto capítulo, recorrendo à informação obtida nas entrevistas, o autor justifica a utilização do UAS Classe II na Força Aérea com a avaliação de uma matriz SWOT e posteriormente tipifica duas missões em que o emprego do Classe II faria a diferença. Já no quinto capítulo são definidas as principais tarefas a serem executadas pela aeronave não-tripulada, sendo listados alguns sensores, equipamentos e requisitos a ter em consideração durante o projeto e a sua construção.

Para finalizar, no sexto e último capítulo, através de uma reflexão e análise pormenorizada acerca do trabalho e investigação desenvolvidos, é apresentada uma conclusão de forma a expor as ilações retiradas desta investigação, assim como as mais-valias das capacidades dos Sistemas de Armas Não-tripulados, nomeadamente do UAS Classe II e dos seus equipamentos de missão, quer seja em missões de cariz militar ou de interesse público. Ainda neste capítulo, são enunciadas algumas recomendações, que se julga poderem preparar futuramente a Força Aérea a operar meios aéreos não-tripulados de grandes dimensões.

2. Revisão da Literatura

Este capítulo procura facultar o conhecimento necessário para conseguir interpretar e compreender o tema que irá ser tratado na presente dissertação de mestrado.

A história dos UAS conta já com mais de uma centena de anos, mas foi a partir das décadas de 60/70, durante a Guerra do Vietname, que realmente se deu o grande “boom” na evolução e desenvolvimento de UAS. Este progresso tecnológico, deveu-se em grande parte, à participação das grandes potências mundiais em conflitos e guerras, pois só essas nações possuíam capacidade para investir no desenvolvimento de equipamento bélico inovador, que permitisse fazer as missões de maior risco, eliminando assim da equação a componente humana, que muitas vezes é considerada um fator limitante.

Para melhor podermos compreender a relevância dos UAS no mundo atual, importa entender o seu significado, a nomenclatura, bem como a divisão e subdivisão, nas classes e categorias, consoante as suas capacidades.

2.1. Definição e Composição do sistema UAS

Os UAS são compostos por diversos componentes, de acordo com a nomenclatura estabelecida pela NATO, que comporta: a plataforma aérea (veículo aéreo não-tripulado); a carga útil transportada (*payload*); o elemento humano; o elemento de controlo; sistemas de comunicações e o elemento de apoio (JAPCC, 2010).

1. Plataforma aérea – *Unmanned Aircraft* (UA) – designa uma aeronave que opera sem tripulação, é controlada de forma remota, automática ou autónoma, e reutilizável. O UA inclui a aeronave em si e todo o equipamento que contém a bordo (grupo motopropulsor, aviônicos, combustível, sistemas de comunicação e navegação);

2. Carga útil (*Payload*)

a) Sensores – A grande parte dos sensores são de imagem, do tipo eletro-ótico (EO) e/ou infravermelho (IV). Podendo ainda incluir o radar,

sensores detetores de movimento, de luz, de componentes químicos, biológicos e nucleares, entre outros. Existem também designadores *laser* utilizados para guiar armamento até ao alvo. A informação obtida pelos sensores, é normalmente transmitida em tempo real sob a forma de vídeo, imagens fotográficas ou outros formatos.

b) Relé de comunicações – oferece a capacidade de aumentar o alcance das transmissões de dados através do UAS, utilizando-o como posto retransmissor.

c) Armamento – o UA consegue empregar armamento letal e não letal, conforme o efeito que se pretende infligir no alvo. Os efeitos letais são conseguidos normalmente na utilização de mísseis e bombas guiadas (por GPS ou *laser*). A capacidade não letal, pode ser conseguida através da utilização de “armamento” acústico, elétrico, químico, etc;

d) Carga – pode permitir o transporte de carga (internamente ou externamente). Por exemplo medicamentos, alimentos e munições;

3. Elemento humano – Compreende o piloto (operador), operador de sensores (analista de informações), comandante de missão e pessoal de manutenção.

4. Elemento de Controlo – Inclui a estação de controlo (terrestre, marítima, aérea) e é responsável pelo Comando e Controlo (C2) do UA, planeamento da missão e comunicações;

5. Sistema de comunicações – inclui todos os meios de comunicação entre o UA, estação de controlo e utilizador/operador;

6. Elemento de apoio – engloba todo o apoio logístico necessário para transportar, manter, lançar e recuperar o UA.

2.2. Nomenclatura

Desde o início da sua história, os veículos aéreos não-tripulados têm tido numerosas designações distintas. A evolução encontra-se na seguinte tabela:

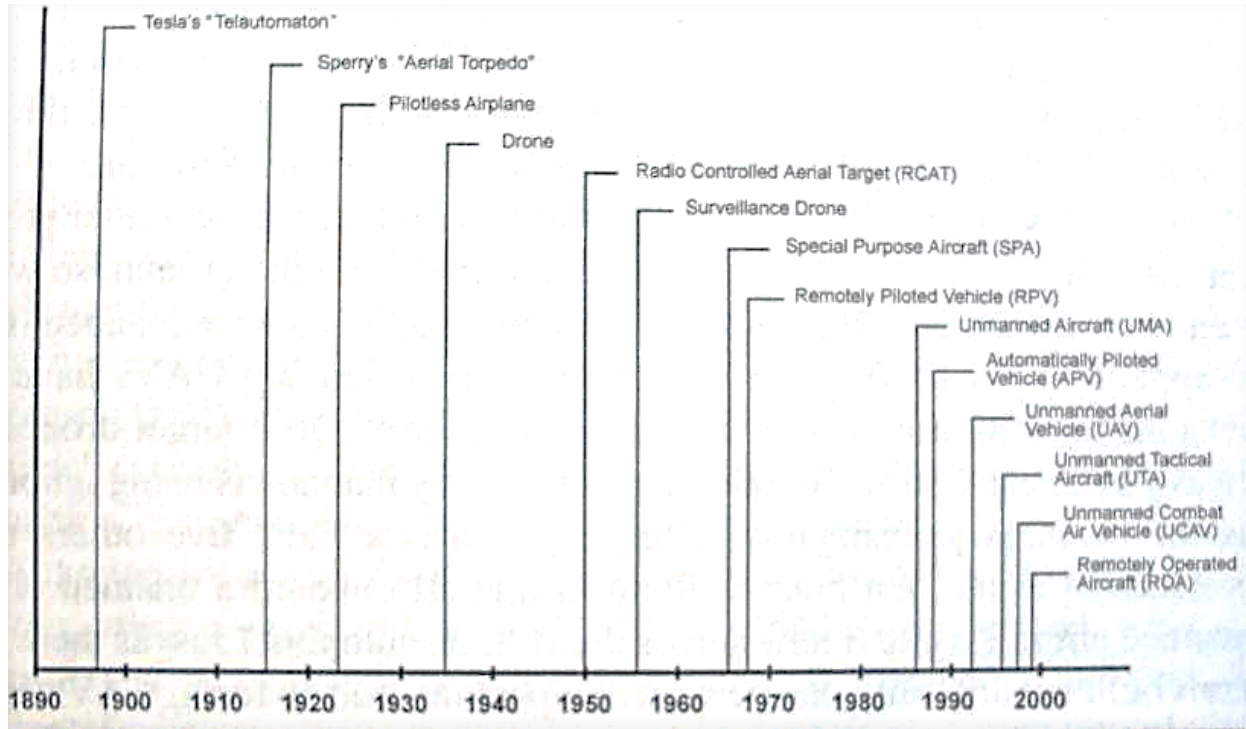


Figura 1 - Cronologia de nomes atribuídos às aeronaves não-tripuladas

Fonte: (NEWCOME,2004)

Após o virar do milénio, para nos referirmos às aeronaves não-tripuladas passou a ser comum utilizar a nomenclatura Anglo-Saxónica, nomeadamente as siglas UAS e UAV. A primeira, *Unmanned Aircraft System*, pode traduzir-se por Sistema Aéreo não-Tripulado; a segunda, *Unmanned Aerial Vehicle*, por Veículo Aéreo não-Tripulado. A sigla UAV designa apenas o veículo aéreo, sem a inclusão dos sistemas de controlo em terra; a sigla UAS designa a globalidade de todo o dispositivo incluindo, não só o segmento aéreo, mas também o segmento de controlo terrestre, incluindo o canal de comunicação por radiofrequência. Os *Unmanned Aircraft Systems* são, por vezes, também, designados, pelos termos *drone* e RPAS, correspondendo esta última sigla à designação *Remoted Piloted Aircraft System* embora o mais correto seja denominar estes veículos pelo termo

usado pela NATO de *Unmanned Aerial System* (UAS), que engloba todo os tipos de aeronaves não-tripuladas, desde as que voam autonomamente até às que são rádio controladas.

2.3. Classificação

A NATO uniformizou a classificação dos UAS, de maneira a que exista uma melhor partilha de conhecimentos e procedimentos, descritos nos STANAG's (*Standardization Agreement*), facilitando o entendimento entre organizações com diferentes perspetivas. Os UAS estão divididos em Classes, sendo o peso máximo à descolagem o fator preponderante para a classificação das aeronaves. Dentro de cada Classe, podem existir Categorias consoante o peso e altitude máxima de operação.

Existem as seguintes Classes:

Classe I – UAS com peso inferior a 150kg. Dotados de elevada portabilidade, com um alcance e autonomia limitados. Recorrem a sensores EO e IV para conseguirem fornecer a capacidade de observação “*over the hill*”. Esta Classe está subdividida por peso, em 3 Categorias: *Micro*, *Mini*, *Small*.

Classe II – UAS com peso entre os 150kg e 600kg. Normalmente desempenham missões de *Intelligence*, *Surveillance*, *Target Acquisition*, and *Reconnaissance* (ISTAR). Podem operar em pistas de pequena dimensão, preferencialmente preparadas para o efeito, e a logística necessária para operar este tipo de meios é reduzida. A altitude de operação e alcance permitem que esta desempenhe um papel importante a nível tático (JAPCC, 2010).

Classe III – UAS com peso superior a 600kg. Devido à sua elevada autonomia e alcance, conseguem desempenhar todo o tipo de missões, desde vigilância até à largada de armamento guiado. Para utilizar este tipo de meios, é necessária a existência de pistas preparadas, uma logística muito complexa e uma grande largura de banda para albergar as comunicações por satélite. Poucas são as nações que

possuem capacidade para operar equipamentos dispendiosos como estes. Esta Classe está subdividida por altitude de operação e tipo de missão, existem 3 Categorias: MALE (*Medium Altitude Long Endurance*), HALE (*High Altitude Long Endurance*) e Strike/Combat (JAPCC, 2010).

Tabela 1 - Classificação de UAS

		<i>Peso</i>	<i>Altitude</i>	<i>Raio Ação</i>	<i>Exemplo</i>
Classe I (< 150 kg)	Micro	< 2 kg	200'	5 km	Black Widow
	Mini	2-20 kg	3.000'	25 km	Scan Eagle
	Small	20-150 kg	5.000'	50 km	Luna
Classe II (> 150 Kg e < 600 kg)	Tactical	150-600 kg	10.000'	200 km	Shadow, Hermes
Classe III (> 600 kg)	MALE	> 600 kg	45.000'	Ilimitado	Heron, Predator
	HALE	> 600 kg	65.000'	Ilimitado	Global Hawk
	Strike/Combat	> 600 kg	65.000'	Ilimitado	Reaper

Fonte: (JAPCC, 2010, p. 6)

2.4. Regulamentação

A regulamentação destes meios aéreos encontra-se dividida, na parte civil e na parte militar, com entidades distintas, mas que procuram regular e harmonizar a utilização dos UAS nos seus territórios.

A nível civil é a *European Aviation Safety Agency* (EASA) que regula a utilização de UAS de peso superior a 150 kg. Ainda não existem documentos oficiais sobre a regulamentação deste tipo de UAS, é apenas necessário um Certificado de Aeronavegabilidade para poder operar com UAS de Classe II e Classe III. No entanto, existem já diversos grupos de estudo, tanto a nível europeu como mundial, que trabalham no sentido de criar legislação para regular estes veículos. A regulamentação específica para pesos inferiores fica a cargo dos organismos nacionais. Em Portugal, compete à Autoridade Nacional de Aviação Civil (ANAC) a responsabilidade de regulamentar a operação de UAS com peso inferior a 150 kg e

a informação encontra-se disposta no Regulamento (CE) Nº216/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho de 20 de Fevereiro de 2008. A Autoridade Nacional de Aviação Civil é a entidade responsável pelo bom ordenamento das atividades aéreas. Os regulamentos que utiliza são os emanados pela Comissão Europeia, que depois de adaptados se aplicam em território nacional, sempre em conformidade com o resto do espaço europeu (CHIOTE, 2012).

A nível militar existem dois documentos emanados pela NATO que procuram regular os UAS: o primeiro é o STANAG 4671 para UAS com peso superior a 150kg; o segundo é o STANAG 4703 para UAS com peso inferior a 150kg.

2.5. História dos UAS

Há autores que defendem que a história dos UAS teve início na pré-história, quando o homem das cavernas atirou a sua primeira pedra. Outros autores referem os Chineses, quando lançaram os primeiros foguetes no século XIII, sendo que estes “veículos” dispunham de pouco ou nenhum controlo. Desta forma se nos restringirmos apenas aos veículos que geram sustentação aerodinâmica e/ou que possuem algum controlo, podemos considerar que os papagaios foram então os primeiros UAS a existir (FALHSTROM e GLEASON, 2012).

No ano de 1883, o inglês Douglas Archibald, anexou um anemómetro à linha de um papagaio e mediu a velocidade do vento até altitudes de 360 metros. Cinco anos depois decidiu instalar câmaras fotográficas, proporcionando assim o aparecimento dos primeiros UAS de Reconhecimento. Este foi posteriormente aproveitado pelo americano William Eddy, que tirou centenas de fotos em 1898 durante a Guerra Hispano-Americana, dando pela primeira vez uma utilização militar aos UAS (FALHSTROM e GLEASON, 2012).

Já durante a 1ª Guerra Mundial, Charles Kettering, desenvolveu um biplano não-tripulado que transportava um torpedo, denominado “*Kettering Bug*”. Sob comandos predefinidos, voava até ao alvo, e separava-se da fuselagem, ganhando desta forma uma trajetória normal de uma bomba largada de um avião, atingindo o objetivo no solo. Só em 1924, o Professor Archibald Low, considerado por muitos o “pai” dos sistemas rádio controlados, conseguiu com sucesso fazer o primeiro voo com uma aeronave rádio controlada em Inglaterra. Esta tecnologia foi aproveitada

pelos britânicos para fazer voar três biplanos *Fairey Queen* controlados remotamente. Dois deles despenharam-se acidentalmente e o terceiro caiu após diversas tentativas de o abaterem a tiro (FALHSTROM e GLEASON, 2012).

Durante o período entre as duas Guerras Mundiais surgiram diversos avanços tanto na aviação, como nas comunicações, facilitando assim o aparecimento de veículos aéreos e marítimos não-tripulados, cuja finalidade era serem abatidos, para treinar as tripulações das aeronaves (KEANE e CARR, 2013). Apenas na 2ª Guerra Mundial é que estes equipamentos voltaram a ser usados com capacidade letal, por parte da Alemanha nazi, desenvolvendo as tão bem conhecidas V-1 e V-2. A primeira era guiada por giroscópios e bússolas magnéticas e determinava a distância ao alvo através da contagem das voltas de um hélice de pequenas dimensões localizado no nariz, tinha uma precisão de cerca de 10 a 20 km. Os primeiros mísseis V-2 tinham o mesmo tipo de guiamento analógico existente na V-1, mas contava com ajuda de acelerómetros e relógios para calcular a velocidade e distância ao alvo. Posteriormente, os engenheiros alemães adaptaram um sistema rádio controlado, que aumentou bastante a precisão da mesma, para apenas 2km (WADE, 2016).

Só a partir da Guerra do Vietname (1955-1975) é que os UAS foram única e exclusivamente utilizados com sucesso em missões de reconhecimento fotográfico. As aeronaves, adaptadas de alvos aéreos não-tripulados, eram usualmente lançadas a partir de DC-130's e assim que terminavam a missão eram recuperadas por paraquedas, que impediam desta forma que o equipamento se despenhasse e se danificasse. Podiam-se aplicar diversos tipos de guiamento, um deles não divergia muito do que era utilizado na V-1 e na V-2, com bússolas giroscópicas, temporizador, altímetro e comandos predefinidos, mas também poderia ser rádio controlado. Durante o conflito fez-se um total de 3435 saídas, conseguindo-se recuperar com sucesso 2873 (taxa de sucesso de aproximadamente 84%) (FALHSTROM e GLEASON, 2012). Após a Guerra do Vietname, o interesse por parte dos Estados Unidos nesta tecnologia só voltou a surgir, quando no outro lado do globo, no Médio Oriente, Israel neutralizou o sistema de defesa aéreo Sírio no Vale de *Bekaa* em 1982, usando consistentemente sistemas aéreos não-tripulados em missões de reconhecimento, empastelamento e decepção. Os UAS Israelitas eram pouco fiáveis, pois embora fossem controlados remotamente, não podiam ser voados durante a noite e os *data-link's* existentes entre o operador e a plataforma

aérea interferiam com as comunicações de voos tripulados. Apesar destas contrapartidas, foi o elemento surpresa que fez destacar a atuação destes sistemas em campo de batalha. Pelas missões que desempenhavam, concediam uma grande vantagem aos militares no solo e às chefias, provando que poderiam ser uma mais-valia em ambiente operacional (FALHSTROM e GLEASON, 2012).

A partir de 1985 os EUA decidiram adquirir UAS a Israel, comprando o *AAI Pioneer*, e criaram um grupo de trabalho que tinha em vista desenvolver este e outros sistemas. Desde então, o *Pioneer* mantém-se ainda operacional e a ser utilizado por diversos países (BLOM, 2010).

A Guerra do Golfo, no início dos anos 90, foi um marco importante na história dos UAS, altura em que estes passaram a desempenhar funções não só de âmbito tático, mas também estratégico. Foram utilizados frequentemente em missões de reconhecimento e aquisição de alvos, disponibilizando informação através de *data-links* em estações de controlo no solo (FALHSTROM e GLEASON, 2012). Apesar de não terem uma participação vital no decorrer do conflito, os UAS demonstraram ser uma peça chave no arsenal americano, proporcionando desta forma sucessivos investimentos e pesquisas de novas tecnologias. Esta evolução foi observada no conflito na Bósnia e no Kosovo, onde surgiu o famoso *Predator* e outros UAS mais pequenos. Eram equipados com radares, antenas recetoras e sistemas EO de última geração que permitiam desempenhar uma vasta panóplia de missões em ambiente diurno e noturno, tais como: deteção, aquisição e seguimento de alvos, reconhecimento, recolha de sinais eletromagnéticos e avaliação de danos em alvos (BLOM, 2010).

O novo milénio trouxe ainda mais inovações no campo das aeronaves não-tripuladas, impostas novamente pelos conflitos armados onde as Forças da Coligação estavam empenhadas, nomeadamente no Iraque e Afeganistão. Neste período o *Predator* abateu o seu primeiro alvo, com mísseis *Hellfire*, transformando-se assim numa aeronave de ataque; o *Global Hawk* tornou-se a aeronave de excelência para executar missões de ISTAR, devido à sua elevada autonomia; introduziu-se uma variante do *Predator*, denominado *Reaper*, mais sofisticado, equipado com sistemas de navegação muito precisos, capazes de efetuar voo autónomo e ainda transportar e largar armamento guiado. Importa referir também a relevância que os UAS de pequenas dimensões como o *Raven* e o *Dragon Eye*, tiveram em combates em zonas mais citadinas, dando uma capacidade de

observação “over the hill” recorrendo a sensores EO e IV, permitindo fazer um reconhecimento prévio das zonas sem serem detetados, evitando assim perdas desnecessárias de vidas humanas (BLOM, 2010).

Atualmente, todas as Forças Armadas procuram ter no seu dispositivo UAS de todas as Classes, adquirindo ou até criando os seus próprios meios. Estes vão de aeronaves de asa fixa até aeronaves de asa rotativa, passando pelos de categoria Micro até aos de Classe III. As máquinas, para além de serem bastante versáteis, por desempenharem uma grande gama de missões, ultrapassam as limitações do ser humano e protegem-no de situações e ambientes pouco seguros. Porém, a grande vantagem que trazem, são os custos de operação e manutenção, muito inferiores aos de uma aeronave tripulada com as mesmas capacidades. As aplicações civis desta tecnologia são cada vez maiores e prevê-se que no futuro o número de aeronaves tripuladas diminua, sendo gradualmente substituídas por UAS.

2.6. UAS na FA

Portugal, é um país com uma extensa plataforma continental e incumbiu à Força Aérea a missão de controlo, defesa e policiamento do espaço aéreo nacional e ainda o patrulhamento e fiscalização das áreas de responsabilidade nacional. É fundamental equacionar o emprego de UAS em missões de Vigilância e Reconhecimento, de maneira a complementar os meios tripulados já existentes.

Desde 1996 que a Academia da Força Aérea tem vindo a trabalhar nesse sentido, com a introdução do Programa de Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Autónomos Não-Tripulados, cujos principais objetivos foram:

1. Desenvolver protótipos de sistemas de veículos aéreos autónomos não-tripulados, de pequena e média dimensão, utilizando novas tecnologias de âmbito militar e civil;
2. Fornecer à FA *know-how* respeitante à definição de requisitos técnicos e operacionais, à utilização e à operação de UAS;
3. Disponibilizar *know-how* para a elaboração de projetos específicos de UAS, fomentando a sua possível fabricação;

4. Promover iniciativas de Investigação e Tecnologia (I&T) com outras universidades, institutos de investigação e instituições, nacionais e estrangeiras (MORGADO e SOUSA, 2009).

O Programa de Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Autónomos Não-Tripulados desenrolou-se em 3 fases distintas:

1ª fase (outubro de 1996 a agosto de 2006) – Teve início com a construção do Laboratório de Aeronáutica, o único até então construído no país. Possui ainda hoje, no seu interior um túnel aerodinâmico subsónico de média capacidade, onde dispõe de ferramentas, software e equipamento laboratorial, que permite a execução de novos projetos, construção dos mesmos e por fim testar as possíveis plataformas aéreas para veículos aéreos não-tripulados de pequena e média dimensão. Neste período foram criados diversas aeronaves não-tripuladas, que eram controladas remotamente (MORGADO e SOUSA, 2009).

2ª fase (agosto de 2006 a dezembro de 2008) – Nesta fase os investigadores verificaram que existia uma lacuna na área do controlo, que era limitativa relativamente ao voo autónomo. Como tal, a AFA iniciou uma parceria com Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). A Faculdade já possuía *know-how* tecnológico e experiência, adquiridos em projetos de veículos submarinos autónomos não-tripulados. Aproveitando a sinergia entre as duas instituições, em menos de 2 anos, foi possível adaptar o sistema de controlo autónomo às aeronaves não-tripuladas projetadas e criadas na AFA, e efetuar diversos voos de teste no CFMTFA (Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea), localizado na Ota. Desde cedo se verificou que o desenvolvimento deste tipo de tecnologia seria muito proveitoso a nível operacional, podendo a curto prazo adaptar este tipo de veículos para desempenhar missões de reconhecimento a curta distância, vigilância de perímetros e observação de ambientes hostis ou contaminados. Durante este período, o trabalho desenvolvido pelo CIAFA e pela FEUP foi reconhecido a nível internacional, tendo sido efetuados contactos com a Universidade da Califórnia, a Universidade de Munique, a Agência de Defesa Sueca, as Empresas Brasileiras de Aeronáutica S.A.-Embraer, *Honeywell* e a Universidade do *Michigan* (MORGADO e SOUSA, 2009).

3ª fase (janeiro de 2009 a dezembro de 2015) – Foi nesta fase que se deu início o famoso Projeto de Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Não-Tripulados (PITVANT). De um total de 15 propostas de projetos apresentados pelos três ramos das Forças Armadas (FAA), o PITVANT foi o projeto vencedor num concurso lançado pelo Ministério da Defesa Nacional (MDN), sendo financiado em cerca de 2 milhões de euros, divididos em tranches, atribuídos anualmente ao longo dos 7 anos de execução do mesmo. À semelhança do que era feito pela AFA antes de 2009, os objetivos do PITVANT eram:” 1 – desenvolver tecnologia, em diversas áreas, para veículos aéreos não-tripulados de pequena e média dimensão (Classe I); 2 – desenvolver novos conceitos de operação para este tipo de veículos; 3 – testar a utilização dos sistemas e tecnologias desenvolvidos num largo espectro de missões, tanto militares como civis (uso dual); 4 – formar pessoal com capacidade para definição de requisitos, operação e manutenção deste tipo de sistemas.” (BORREGO e MORGADO, 2015).

As atividades levadas a cabo no âmbito do PITVANT desenvolveram-se em duas fases distintas:

1ª Fase (janeiro de 2009 a dezembro de 2011) – Nesta fase o CIAFA conduziu, no Centro de Testes de UAS da FA, na Ota, os desenvolvimentos tecnológicos e operacionais de base, tendo como objetivo a operacionalização fiável de UAS. Ao mesmo tempo adquiriu, desenvolveu e consolidou o seu *know-how* necessário nas áreas de projeto, fabricação, integração, manutenção e operação de UAS, tendo como resultado:

1. realização de mais de 400 voos autónomos com protótipos UAS produzidos no CIAFA;
2. formação e treino de diversas equipas de operação de UAS (Classe I), a partir de conceitos de operação próprios;
3. ensaios com sistema de vídeo de qualidade a bordo;
4. criação de algoritmos de controlo para seguimento de veículos em terra e mar;
5. voos noturnos;
6. voos com múltiplas plataformas com vista à execução de voos cooperativos;

7. voos para além da linha de vista;
8. testes preliminares de sistemas para seguimento de caminhos (estradas, linha de costa, etc);
9. evolução tecnológica das plataformas existentes;
10. fabricação e teste de novas plataformas;
11. otimização a nível multidisciplinar e do processo produtivo (BORREGO e MORGADO, 2015).

2ª Fase (janeiro de 2012 a dezembro de 2015) – Durante esta fase tem-se procurado testar de forma intensiva, a capacidade operacional da tecnologia e os conceitos de operação desenvolvidos na 1ª fase em situações reais, especialmente voos sobre o mar, a partir dos aeródromos de Santa Cruz, Portimão e do Aeroporto de Porto Santo, resultando em: voos de monitorização da linha de costa, principalmente de arribas costeiras; testes para avaliação e operacionalização de algoritmos para busca estocástica e seguimento de alvos no mar; voos ao largo da costa e por rotas comerciais marítimas, para detetar e localizar navios através do Sistema de Identificação Automático (AIS); voos UAS operados a partir de uma estação de Comando e Controlo (C2) instalada numa embarcação da Marinha, com receção de imagens de vídeo em tempo real; realização de provas de conceito, sobre a utilização de UAS no âmbito da monitorização ambiental marítima, especificamente no contexto de derrame de hidrocarbonetos no mar; vigilância da linha de costa em colaboração com a Polícia Marítima; voos de UAS em Berchtesgaden, no sul da Alemanha, com o objetivo de avaliar a precisão do sistema de posicionamento global *Galileo* relativamente a veículos aéreos (BORREGO e MORGADO, 2015).

No âmbito do PITVANT, o CIAFA também participou paralelamente noutros projetos Nacionais e Internacionais, como o:

Projeto PERSEUS (*Protection of European Borders and Seas Through the Intelligent Use of Surveillance*) – é um projeto financiado pela Comissão Europeia, cujo objetivo principal, é integrar tecnologia inovadora que permita implementar um sistema de vigilância do perímetro marítimo da União Europeia. O CIAFA participou no sentido de demonstrar as capacidades de monitorização de longo alcance, a

partir de UAS de pequena dimensão, ao mesmo tempo que se procurou desenvolver conceitos de operação para Vigilância Marítima e integrando os voos em espaço aéreo segregado (BORREGO e MORGADO, 2015).

Projeto SEAGULL (Sistemas Inteligentes de Suporte ao Conhecimento Situacional Marítimo Baseados em Veículos Aéreos Não-Tripulados) – é um projeto financiado por fundos do Quadro Referência Estratégico Nacional (QREN), cujo objetivo principal, é desenvolver um sistema inteligente, que esteja associado a UAS com sensores instalados a bordo (câmaras eletro-ópticas, multi e hiperespectrais) de forma a que consiga detetar, classificar, identificar, seguir alvos, reconhecer padrões de comportamento e monitorizar o bom estado ambiental. Cabe ao CIAFA, em colaboração com o Instituto Superior Técnico, desenvolver algoritmos de controlo e operação, de forma a avaliar o sistema de suporte ao conhecimento situacional acima referido.

Tabela 2 - Características, performance e custos estimados das plataformas da FAP

	Mini				Small
	Asa Voadora	Mini-UAV Tático	ALFA	ALFA Extended	Antex
Peso Máximo Descolagem (MTOW)	3 kg	4,35 kg	13 kg	25 kg	100 kg
Carga Útil (Payload)	1,250 kg	1,8 kg	6,5 kg	10 kg	33 kg
Autonomia (Endurance)	0h40m	0h45m	2h30m / 0h40m ²⁴	8h00m / 2h00m ²⁰	5 h
Velocidade (Speed)	15 m/s (55 km/h)	15 m/s (55 km/h)	18 m/s (65 km/h)	25 m/s (90 km/h)	25 m/s (90 km/h)
Altitude (Altitude)	1000 m	1000 m	2000 m	2000 m	3000 m
Alcance / Raio de Ação	20 km	25 km	80 km / 22,5 km ²⁰	360 km / 90 km ²⁰	225 km
Forma de Lançamento	Manual	Manual/Catapulta	Pista/Catapulta	Pista	Pista
Forma de Recuperação	Aterragem	Perda Agravada	Pista	Pista	Pista
Controlo (RC ou Autónomo)	Ambos	Ambos	Ambos	Ambos	Ambos
Custo médio de construção ²⁵	13 000 €	17 000 €	32 000 €	55 000 €	100 000 €
Custo médio de Operação ²⁶	0,1 €/h	0,1 €/h	0,8 €/h	1 €/h	15 €/h

Fonte: (OLIVEIRA, 2014)

Em termos de resultados operacionais, a FA no seguimento da sua pesquisa efetuada desde 1996 e do PITVANT, alcançou os seguintes objetivos: edificou uma infraestrutura de testes para UAS (na Ota); produziu um manual relativo à sua Visão Estratégica para os UAS (MFA 500-12, 2013); definiu e preparou conteúdos a ministrar no primeiro Curso de Operadores de Sistemas Aéreos Autónomos Não-

Tripulados na FA (dezembro de 2014), garantindo desta forma uma base sólida para definir requisitos e operacionalizar um sistema Classe II.

3. SAR e VIMAR na Força Aérea

Este capítulo descreve as operações de SAR e VIMAR levadas a cabo pela FA através dos seus Sistemas de Armas, no espaço e domínio de interesse nacional. Esses mesmos interesses surgem derivados das competências da FA, impostas pelos diversos documentos legislativos que representam as responsabilidades e obrigações do Estado Português. O presente capítulo contém ainda um breve resumo da história das operações VIMAR e SAR em Portugal e uma descrição das principais aeronaves que atualmente as executam.

3.1. SAR

Portugal desde cedo acompanhou e concretizou a maior parte das recomendações internacionais existentes na área de busca e salvamento, adaptando diversos diplomas legais internacionais para a realidade portuguesa. A 17 de fevereiro de 1947, pelo Decreto-Lei 36158 de 1947, o país torna-se signatário da Convenção de Chicago de 1944, sendo-lhe atribuídas as obrigações relativas à prestação do serviço de busca e salvamento a aeronaves que dele necessitassem e à delegação desta responsabilidade a entidades criadas para o efeito (FERREIRA, 2014). Com o Decreto-Governamental 32/85, Portugal aprovou a adesão à Convenção Internacional de Busca e Salvamento Marítimo de 1979, procedendo à criação de unidades navais responsáveis pelas operações marítimas de SAR. Ambos os documentos previam a utilização de aeronaves e embarcações militares nas missões de busca de salvamento, no entanto, não havia nenhum serviço dedicado à gestão destas missões (FERREIRA, 2014).

Esta lacuna foi colmatada em 1976, com a criação de uma Comissão de Estruturação do Serviço de Busca e Salvamento. Em maio de 1978, foi dada às Forças Armadas a responsabilidade de gerir o serviço de busca e salvamento, tendo como referência a doutrina emanada pela NATO, nomeadamente o documento ATP-10 (manual SAR). Foi decidido pelo Conselho de Chefes de Estado-Maior a constituição de dois RCC (*Rescue Coordination Center*) aeronáuticos, um na FIR (*Flight Information Region*) de Lisboa e outro na FIR de Santa Maria, estando ambos sobre a tutela da Força Aérea. Foram também constituídos pela Marinha Portuguesa

dois MRCC (*Maritime Rescue Coordination Center*), um em Lisboa e outro em Ponta Delgada (FERREIRA, 2014).

Com a Convenção Internacional para a Busca e Salvamento Marítimo de 1979, estabeleceu-se que as áreas portuguesas de responsabilidade SAR, seriam coincidentes com as áreas definidas pelos planos de navegação ICAO (*International Civil Aviation Organization*), vulgarmente designadas por FIR, quer por meios aéreos, quer por meios marítimos. Só no ano de 1994 surgiram diplomas legais portugueses, que oficializaram o panorama SAR nacional. Entrou em vigor a 22 de janeiro de 1994 o DL 15/94, diploma que rege o Sistema Nacional para a Busca e Salvamento Marítimo, a 30 de setembro de 1995, é publicado o DL 253/95, que estabelece o Sistema de Busca e Salvamento Aéreo. Os diplomas são muito semelhantes, têm como principal objetivo a salvaguarda de vidas humanas e são ambos tutelados pelo MDN (FERREIRA, 2014).

A principal distinção entre os referidos diplomas está na “condução dos meios” e na “coordenação” dos mesmos, ou seja, se uma embarcação naufragar, será a entidade marítima (MRCC) a coordenar os meios marítimos e aéreos, embora o controlo e a condução dos meios aéreos sejam da entidade aeronáutica (RCC). De igual forma, se uma aeronave se despenhar no mar, todos os meios empregues serão coordenados pelo RCC, embora os meios navais sejam conduzidos e controlados pelo MRCC (FERREIRA, 2014).

Até à data, não foram feitas alterações significativas ao sistema de busca e salvamento português, as mudanças têm sido nos Sistemas de Armas que são empregues nestas operações. Ao longo do tempo têm sido modernizadas, tornando-se mais capazes e eficientes, resultando em mais vidas salvas (VITORINO, 2016). Temos como exemplo disso o P-3C *Cup+* que com apenas uma escala em qualquer um dos aeródromos dos Açores, consegue cobrir na totalidade a área da região de busca e salvamento (SRR) da FIR de Santa Maria (FERREIRA, 2014).

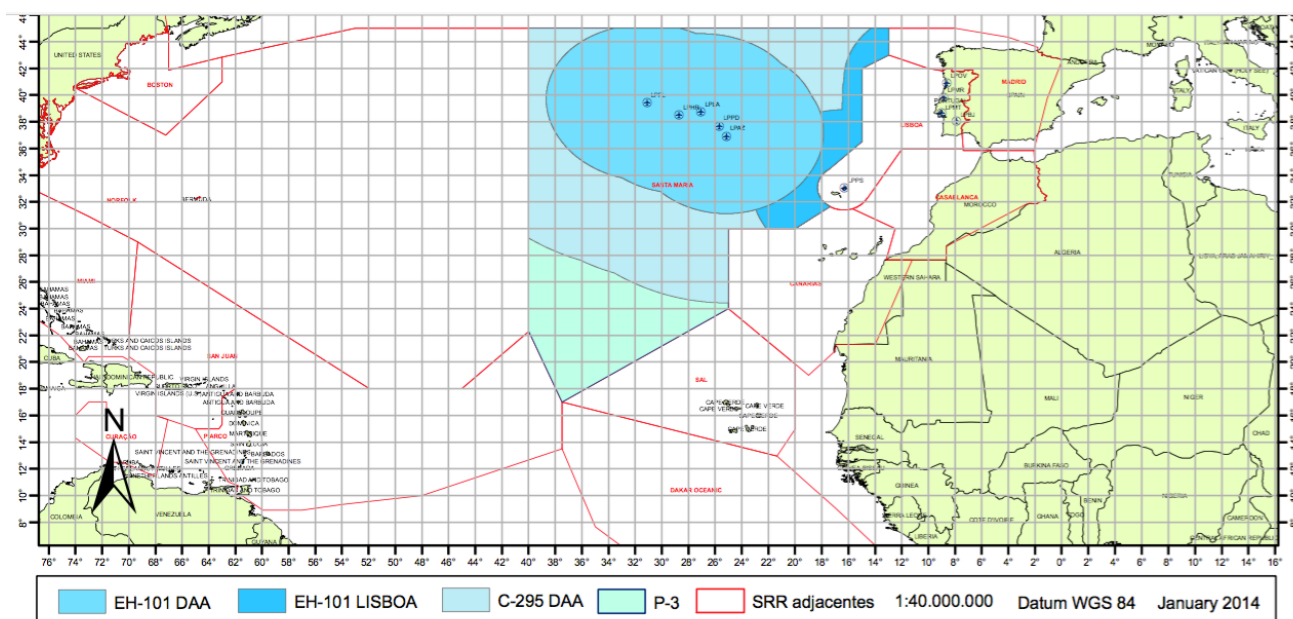


Figura nº.3 – Ambiente de trabalho SAR

Fonte: (FERREIRA, 2014)

3.2. VIMAR

A Vigilância Marítima, segundo a definição dada pela doutrina NATO no manual JP 1-02, é tida como a “Observação sistemática da superfície e subsuperfície marítima por todos os meios e métodos disponíveis com o objetivo principal de localizar, identificar e determinar o movimento de navios, submarinos e outras embarcações” (JP 1-02, 2010). Em Portugal a Vigilância Marítima expande-se num conceito muito mais abrangente do que aquele acima definido. Engloba também a identificação de poluição no mar, deteção e controlo das atividades ilícitas, imigração ilegal e a monitorização, fiscalização e controlo da pesca ao largo ZEE (Zona Económica Exclusiva) portuguesa, que se estende até às 200 milhas náuticas da costa (RQ, 2014).

A história da vigilância marítima em Portugal remonta à 1ª Guerra Mundial, quando a Alemanha declara guerra a Portugal devido à captura de navios alemães no porto de Lisboa. O Estado necessitou de reforçar a vigilância da costa portuguesa contra as atividades submarinas, surgindo desta forma o Serviço de Aviação da Armada e a aquisição de aeronaves para o efeito. Posteriormente com a 2ª Guerra Mundial e a adesão de Portugal à NATO, deu-se um grande avanço nesta área, resultando na aquisição de novas aeronaves e novas valências (FERREIRA, 2001). Desde então a FA operou com sucesso aeronaves como o PV-2 *Harpoon*, Casa C-

212 *Aviocar* e P-3 *Orion* (FERREIRA, 2001). Atualmente a Força Aérea Portuguesa conta principalmente com as aeronaves CASA C-295M e Lockheed P-3C *Cup Plus*, para executar a complexa missão de VIMAR.

A capacidade de Reconhecimento e Vigilância na FA está centrada no Comando Aéreo (CA), que implementa os conceitos definidos no Manual MFA 500-11, elaborando assim o Plano de Reconhecimento e Vigilância. É então da responsabilidade do Centro de Reconhecimento e Vigilância (CeRVI), a integração de todas as operações de Reconhecimento e Vigilância da Força Aérea numa tentativa de reduzir custos de exploração e acrescentar eficácia às missões nos domínios estratégico, operacional e tático. O CeRVI torna-se a Entidade Primariamente Responsável (EPR) para o planeamento e execução das missões de VIMAR, coordenando com o Estado-Maior da Força Aérea/Divisão de Operações (EMFA/DIVOPS) o regime de esforço das aeronaves, procurando também satisfazer as necessidades de material, equipamento e sistemas necessários na execução das missões (MFA 500-11, 2012).

Os outros ramos das FAA, as FFSS (Forças e Serviços de Segurança) e Órgãos/Agências Civas poderão usufruir dos serviços prestados pela FA. O Plano de Reconhecimento e Vigilância contempla esta hipótese. Neste caso, a coordenação das missões será efetuada a partir do Órgão responsável pelo Reconhecimento e Vigilância no CA. As atividades devem decorrer no âmbito de protocolos e procedimentos acordados, de acordo com as normas e diretivas em vigor. As missões que não se encontrem protocoladas são coordenadas através do EMFA/DIVOPS (MFA 500-11, 2012). Devido ao volume e relevância de atividades executadas, importa referir que as missões enquadradas no Sistema Integrado de Informação e Apoio à Vigilância, Fiscalização e Controlo da Atividade da Pesca (SIFICAP), são coordenadas entre o representante do CA, junto da Comissão de Programação e Planeamento (órgão central que assegura o funcionamento do SIFICAP) com a Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM) (MFA 500-11, 2012).

3.3. Esquadras

A Força Aérea Portuguesa conta com um extenso efetivo, que executa uma grande diversidade de missões, no entanto, e para efeitos desta dissertação, importa apenas analisar as missões de VIMAR e SAR.

A Diretiva número 7/2007 imputa às seguintes Esquadras as missões de:

1. VIMAR

- a) Esquadra 502 “ELEFANTES”
- b) Esquadra 601 “LOBOS”
- c) Esquadra 751 “PUMAS”

2. SAR

- a) Esquadra 501 “BISONTES”
- b) Esquadra 502 “ELEFANTES”
- c) Esquadra 552 “ZANGÕES”
- d) Esquadra 601 “LOBOS”
- e) Esquadra 751 “PUMAS”

Para o trabalho de investigação, o autor irá analisar apenas três das esquadras atrás referidas, consideradas relevantes uma vez que lhes estão atribuídas ambas as missões de VIMAR e SAR, sendo elas a Esquadra 751 “PUMAS”, Esquadra 601 “LOBOS” e por fim a Esquadra 502 “ELEFANTES”.

3.3.1. Esquadra 751 “PUMAS”

A Diretiva número 7/2007 relativa a *Missão, Numeração e Distintivos das Unidades Aéreas* atribui à Esquadra 751, sediada na BA6 e com destacamentos nos Açores e Madeira, a execução de operações de apoio tático e de Busca e Salvamento através da utilização da plataforma *EH-101*. São exigidas ao helicóptero *EH-101* tarefas operacionais vertidas no CONOPS MFA 505-1, sendo que para efeitos desta dissertação importa referir as de maior relevância:

1. Executar missões de Busca e Salvamento;
2. Executar missões atribuídas, em tempo de paz, crise ou guerra, em ambientes permissivos e semi-permissivos em condições de tempo normais ou adversas, de dia ou de noite;
3. Apoiar as autoridades, civis e militares, no reconhecimento e vigilância do ambiente marítimo de superfície e do espaço litoral, no âmbito do SIFICAP.

Ainda citando o CONOPS para o SA *EH-101*, e considerando o âmbito deste trabalho destacam-se os seguintes elementos de missão:

Reconhecimento e Apoio – Ações de reconhecimento visual em apoio a forças conjuntas e combinadas, individualmente ou em coordenação com outros meios;

Busca e Salvamento – Executar tarefas de apoio neste tipo de operação na vertente de recuperação, sob coordenação dos Centros Coordenadores de Busca e Salvamento, marítimos e aéreos e em conjunto com unidades navais da Marinha, navios mercantes e helicópteros civis ou militares, nomeadamente da Força Aérea;

Ações de Vigilância Marítima, designadamente a Vigilância e Fiscalização no âmbito da Atividade de Pesca – desenvolvendo ações de vigilância e fiscalização de embarcações pesqueiras, com o intuito da proteção de recursos vivos, dando cumprimento à regulamentação de pesca, nacional e comunitária.

Plataforma EH-101

A FA opera 12 *EH-101*, são helicópteros de transporte médio com 3 variantes distintas: 6 na variante Busca e Salvamento; 2 na variante Sistema de Fiscalização das Pescas; 4 na variante Naval. Possui flutuadores de emergência, 2 barcos internos de 14 pessoas, um guincho primário hidráulico e um guincho secundário elétrico (MFA 500-11, 2012). Para que a aeronave seja capaz de realizar um vasto leque de missões, a plataforma tem de reunir determinadas características e estão aparelhadas com equipamentos específicos, citando o MFA 500-11 e o MFA 505-1:

1. Características:

Elevada Capacidade de Manobra e Flexibilidade – O *EH-101* é um dos helicópteros existentes mais manobráveis e a forma como o PVI (*Pilot Vehicle Interface*) se encontra arquitetado proporciona-lhe as condições para que seja uma verdadeira aeronave *multi-role* podendo o seu emprego ser orientado para um envolvimento numa missão específica ou, em alternativa, poder alternar de missões no mesmo voo, sem necessidades especiais de reconfiguração (MFA 505-1, 2010). Detém uma capacidade de manobra inerente a um helicóptero médio permitindo-lhe operar a velocidades e altitudes muito reduzidas. Estes atributos vocacionam-no, sobretudo, para operações em áreas de dimensões reduzidas ou onde a aproximação a obstáculos desaconselhe o uso de aeronaves de asa fixa (MFA 500-11, 2012);

Performance – O helicóptero tem uma velocidade cruzeiro de 130 nós e uma velocidade máxima de 150 nós. Possui uma autonomia máxima de 6 horas e 30 minutos e um teto máximo de 15 mil pés. O peso máximo à decolagem é de 15600 quilogramas podendo transportar um peso máximo de carga de 4535 quilogramas (MFA 505-1, 2010);

Capacidade para operar em quaisquer Condições Meteorológicas e de Luminosidade – A aeronave está preparada para executar missões em quaisquer condições meteorológicas ou de luminosidade, à exceção de voo em condições de humidade atmosférica visível com temperatura exterior abaixo de 3 graus *Celsius* (3°C). Dispõe assim de um sistema de navegação, apoiado numa plataforma EGI (*Embedded Global Position System/Inertial Navigation System*), de alta precisão, de meios de aproximação por

TACAN/ILS (*Tactical Air Navigation / VHF Omni-directional Radio-range*), de sistema NVIS (*Night Vision*) interior e exterior, e de um radar com capacidade de distinção simultânea de diversos alvos de superfície (MFA 505-1, 2010);

Capacidade de integrar um largo espectro de sistemas e equipamentos – A arquitetura de circulação de dados, permite utilizar tecnologia de última geração concebida para acomodar sistemas de navegação, comunicações seguras e vigilância, para operação em ambiente militar (MFA 505-1, 2010);

Capacidade de conectividade a Redes de C2 Seguras – Os helicópteros com a Versão Naval estão dotados de um sistema de comunicações *Very High Frequency/Ultra High Frequency* (VHF/UHF) seguro (MFA 500-11, 2012).

2. Equipamentos

Os helicópteros *EH-101* que se encontram configurados para realizar missões de VIMAR, reúnem na sua utilização um conjunto de equipamentos que permitem maximizar a capacidade de navegação, comunicação, operação, deteção e processamento de alvos e também a aquisição de dados e provas nas situações de transgressão da lei, no âmbito da vigilância das atividades pesqueiras, vigilância de poluição marítima, vigilância de tráfego marítimo e vigilância de atividades ilícitas. Têm ainda a capacidade de efetuar o reconhecimento de embarcações militares em trânsito nas zonas de operações onde o meio se insere (MFA 500-11, 2012). Citando o MFA 500-11 e o MFA 505-1, os equipamentos que asseguram estas capacidades são:

Consola MSS5000 – Esta consola integra os sensores da aeronave com *software* e permite a aquisição de dados que podem constituir prova jurídica em caso de infração (MFA 500-11, 2012);

Radar – Equipamento primário de vigilância de curta distância, com MTI (*Moving Target Indication*) capaz de identificar e monitorizar 32 alvos de superfície simultaneamente e ainda dar informação sobre a Navegação e Meteorologia (MFA 505-1, 2010);

Eletro-ótico *Forward Looking Infrared* (FLIR) – O “FLIR STAR SAFIRE II” é um sistema que deteta radiação infravermelha, possibilita desta

forma a filtragem do tipo de alvo a observar ainda antes sequer de estar no alcance visual do operador em operações diurnas e que permite a identificação do alvo (ou tipo de alvo) em operações noturnas. Este sensor está integrado com o radar de modo a que possa ser, de forma automática, orientado a para um alvo selecionado. As imagens adquiridas por este sensor podem ser gravadas em vídeo (MFA 505-1, 2010);

Farol de Busca “NITESUN” – Equipamento com elevada capacidade de iluminação que permite ser controlado pelo operador. Este farol tem capacidade de emitir luz branca para utilização visual ou luz negra através da utilização de um filtro, comandado a partir do interior da aeronave para utilização conjunta com o IR do eletro-ótico (MFA 505-1, 2010);

Binóculos Gyro-estabilizados – Equipamento de importância vital na identificação de alvos mesmo em condições climáticas de instabilidade (turbulência), quando a aeronave ainda se encontra a uma distância considerável do alvo, evitando uma aproximação desnecessária (MFA 505-1, 2010);

Máquina Fotográfica e Câmara de Vídeo – Essenciais na aquisição de provas de eventuais infrações, quer no âmbito das atividades de pesca quer no âmbito da poluição. As imagens obtidas por estes sensores ficam disponíveis, quase em tempo real, na consola táctica e são, obrigatoriamente, guardadas com a seguinte informação anexada: Data, Hora, Posição, Rumo e Altitude (MFA 505-1, 2010);

SATCOM – Sistema de ligação via satélite que permite o envio e receção de dados (texto e imagem) com as unidades de C2 (MFA 505-1, 2010);

NVG – A operação com NVG (*Night Vision Googles*), ou equipamento equivalente de visão noturna, é essencial para o cumprimento da missão em ambientes de pouca luminosidade (MFA 505-1, 2010);

Estação de Apoio em Terra – O sistema é composto por um segmento embarcado que integra toda a informação proveniente dos sensores e dados de voo do helicóptero e um segmento em terra constituído por uma estação com todos os elementos necessários à preparação e apoio das missões, realização de análise e geração de informações (MFA 505-1, 2010).

Para a utilização nas missões de SAR, o helicóptero deve ser configurado com os seguintes equipamentos:

1. NVG;
2. Farol de Busca;
3. Eletro-Ótico (FLIR);
4. Radar

3.3.2. Esquadra 601 “LOBOS”

A Diretiva número 7/2007 atribui à Esquadra, sediada em Beja na Base Aérea 11 (BA11), a execução de operações em ambiente marítimo através da utilização da plataforma *P-3C Cup Plus*. São exigidas à aeronave *P-3C Cup Plus* determinadas tarefas operacionais vertidas no CONOPS MFA 506-1, sendo de realçar as de maior interesse para a presente dissertação:

1. Executar ações aéreas, em tempo de paz, crise ou conflito, em ambientes hostis e não hostis, em condições de tempo normais ou adversas, de dia ou de noite;
2. Executar operações de Patrulhamento Marítimo e de Busca e Salvamento garantindo longo tempo de permanência na área de operações;
3. Apoiar as autoridades, civis e militares, no reconhecimento e vigilância do ambiente marítimo de superfície e do espaço litoral;
4. Detetar, clarificar, identificar, localizar, seguir e destruir uma grande variedade de alvos, de superfície ou subsuperfície em ambiente terrestre ou marítimo.

Citando o MFA 506-1, e indo de encontro ao âmbito deste trabalho destacam-se as seguintes missões que são consideradas para este sistema de armas:

ISR (Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) – Aptidão para patrulhar uma determinada área de forma a localizar, identificar e seguir contactos militares de superfície e subsuperfície, navios civis de dimensões muito pequenas (embarcações e lanchas rápidas) e de maiores dimensões (grandes unidades navais) bem como obter informações a grande distância e com grande discriminação (visuais, eletro-ópticas, radar e eletrónicas) sobre as atividades destes recursos.

Estas ações têm o objetivo de estabelecer um cenário reconhecido (*Recognised Picture*) dando resposta às necessidades de informações dos comandantes, em operações militares, e demais autoridades do Estado em matéria de Segurança no domínio de atividades económicas não autorizadas (pesca e exploração de outros recursos, tráfico de droga, imigração ilegal, contrabando, terrorismo, pirataria e utilização do oceano para depósito de lixo tóxico);

Guerra Anti-superfície (*Anti-Surface Warfare – ASuW*) – Aptidão para desenvolver ações de busca, localização, identificação, seguimento e ataque, prestar apoio a submarinos, navios combatentes de superfície e/ou aeronaves táticas de ataque e executar ataques com armamento próprio;

Apoio direto a Forças de Reação Rápida Combinadas e Conjuntas – Aptidão para desenvolver, no plano militar e em apoio do comandante, um vasto espectro de tarefas, tais como: ações aéreas de vigilância sobre o oceano profundo; ações de reconhecimento no litoral; demonstração de força; preparação de infiltração de forças; no domínio das Operações de Resposta a Crises (*Crisis Response Operations – CRO*); apoio a embargos, bloqueios ou controlo do mar em conjunto com unidades navais nacionais ou de forças europeias ou ainda da Aliança;

Ações em Operações SAR – Executar tarefas de apoio neste tipo de operação na vertente de raio de ação extralongo (*Extended Long Range – ELR*), sob coordenação dos RCC, marítimos e aéreos e em conjunto com unidades navais da Marinha, navios mercantes e helicópteros militares, nomeadamente da FA;

Relé de Comunicações (*Communications Relay*) – Contribuir para a função de comando e controlo sobre equipas no terreno assegurando/ complementando o funcionamento da rede de comunicações entre centros de operações, localizados por vezes a grande distância, em operações de gestão de crises, nomeadamente em operações humanitárias e de controlo de movimentos de refugiados;

Ações de Vigilância Marítima, nomeadamente:

Vigilância e Fiscalização no âmbito da Atividade de Pesca – Aptidão para desenvolver ações de vigilância e fiscalização de embarcações pesqueiras, dando cumprimento à regulamentação de pesca, nacional e comunitária;

Vigilância e Fiscalização no âmbito da Poluição Marítima – Aptidão para desenvolver ações de vigilância e fiscalização sobre navios e

embarcações, com o intuito de preservar os recursos marinhos e zelar pelo cumprimento da regulamentação *Maritime Pollution* (MARPOL);

Vigilância e Fiscalização no âmbito da Atividades Ilícitas – Aptidão para desenvolver ações de vigilância e fiscalização sobre embarcações e navios envolvidos em transgressões dos direitos alfandegários, tráfico de estupefacientes e imigração ilegal;

Vigilância e Fiscalização no âmbito do Tráfego Marítimo – Aptidão para desenvolver ações de vigilância e fiscalização sobre embarcações e navios inseridos nos corredores de tráfego marítimo dando cumprimento à regulamentação deste contexto.

Plataforma P-3C CUP Plus

A FA opera 5 aeronaves na configuração “*CUP Plus*”. O P-3C é uma aeronave convencional, de asa baixa, pressurizada, de longo raio-de-ação, com 4 motores turbo-hélice. O sistema de missão está integrado por um computador que gere todos os mostradores táticos e permite o lançamento automático de armamento e, em simultâneo, disponibiliza informação de voo à tripulação. Adicionalmente, o sistema coordena a informação de navegação e gere a informação fornecida pelos sensores, quer para armazenamento, quer para a sua apresentação nos mostradores táticos (MFA 500-11, 2012). A plataforma P-3C “*CUP Plus*” reúne determinadas características e está apetrechada com equipamentos específicos:

1. Características:

Elevada capacidade de manobra e flexibilidade – Aeronave com elevada capacidade de manobra e a forma como se encontra arquitetado o *Pilot Vehicle Interface* (PVI) permite que seja uma aeronave *multi-role*. Esta pode executar missões até 30 mil pés, com uma autonomia operacional, normalmente, de aproximadamente 3500 MN ou 12 horas de *endurance* (MFA 500-11, 2012);

Capacidade para operar em quaisquer condições meteorológicas e de luminosidade – O SA está preparado para executar as suas missões em quaisquer condições meteorológicas ou de luminosidade. Dispondo de um sistema de navegação, apoiado em 2 plataformas INS/GPS, de alta precisão, de meios de aproximação por instrumentos TACAN/VOR/ILS (*Tactical Air*

Navigation / VHF Omni-directional Radio Range / Instrument Landing System), de um radar que além dos modos meteorológicos, tem capacidade de distinção simultânea de múltiplos contactos aéreos e de superfície e de um sistema de identificação de contactos por meio de interrogador eletromagnético (MFA 506-1, 2009);

Capacidade de integrar um largo espectro de sistemas e equipamentos – A arquitetura de circulação de dados permite a utilização de tecnologia de última geração desenhada para acomodar sistemas de navegação, comunicações e vigilância, para operação em ambiente militar (MFA 506-1, 2009);

Capacidade de conectividade a Redes de C2 Seguras – A aeronave está dotada de um sistema de comunicações em *High Frequency* (HF), em VHF e Link 11/16. Possui também um sistema de transmissão de dados via *Tactical Common Data Link* (TCDL) para conectividade a redes de C2, facultando a troca de informação de voz, dados e imagem em tempo real. Esta capacidade integra-se no conceito de *Network Centric Warfare* (NCW) e constitui um objetivo a ser conseguido por múltiplas forças aéreas no plano de cumprimento de missões de âmbito nacional e NATO (MFA 506-1, 2009).

2. **Equipamentos** – A plataforma *P-3C CUP Plus* configurada para a missão assume a utilização de um rol de equipamentos que permitem maximizar a capacidade de navegação, comunicação, deteção e processamento de alvos, e também a aquisição de dados e provas que documentam situações ilegais, no mar ou em terra (MFA 500-11, 2012). Os equipamentos que garantem estas capacidades são:

Consola Tática – Alberga todos os comandos, monitores e respetivos *softwares* que controlam os sensores da aeronave, funcionando como interface entre o utilizador e os subsistemas (MFA 506-1, 2009);

Radar – Equipamento primário de deteção de alvos de superfície e aéreo alojado no nariz da aeronave com capacidade de cobertura de 240 graus. Este equipamento possui ainda as capacidades de deteção de alvos pequenos até 80 MN e a Vigilância a Longa Distância (até 200 MN) de alvos médios/grandes; MTI (*Moving Target Indication*); capacidade de informação sobre a Navegação e Meteorologia (MFA 500-11, 2012);

Sensor de acústicos – Sensor com capacidades acústicas que permite detetar e comparar a assinatura de submarinos, com o objetivo de orientar as forças de intervenção à superfície (MFA 506-1, 2009);

Eletro-ótico Infrared/Charged Coupled Device Television (IR/CCD TV) – Sistema ótico que viabiliza a filtragem do tipo de alvo a observar ainda antes de estar sequer ao alcance visual do operador em operações diurnas, e que permite a identificação do alvo (ou tipo de alvo) em operações noturnas. Este sensor está integrado com o radar, de modo a que possa ser, de forma automática, orientado a partir de um alvo selecionado. As imagens adquiridas por este sensor podem ainda ser gravadas para posterior análise ou podem ser transmitidas em tempo real (via TCDL) para serem utilizadas pelas forças no terreno/superfície ou por um centro de C2, como ferramenta de apoio ao processo de tomada de decisão (MFA 500-11, 2012);

Lançador de marcas e sonobóias – Dispositivo que permite o lançamento automático ou manual de marcas de mar, marcas de fumo, *flares* iluminantes, sonobóias e, simultaneamente, envia para o sistema de missão informação de ‘*mark on top*’ com posição e hora do lançamento (MFA 500-11, 2012);

Máquina Fotográfica e Câmara de Vídeo – Sensores para obtenção de provas de eventuais infrações, sejam elas no âmbito das atividades de pesca ou poluição. As imagens obtidas por estes sensores ficam disponíveis, quase em tempo real, na consola táctica (MFA 506-1, 2009);

Electronic Support Mission/Electronic Intelligence (ESM/ELINT) – O ESM é o equipamento produtor dos avisos de ameaças radar e a base de apoio para a produção de ELINT, tendo ferramentas de análise associadas (MFA 506-1, 2009);

Missile Warning System (MWS) - Proporciona aviso à tripulação, em tempo real, de lançamento de mísseis dirigidos à aeronave, por deteção da radiação associada ao sistema de ignição e propulsão do míssil, permitindo, por via da sua ligação com os sistemas de largada de contramedidas (*chaff/flare*), a reacção rápida à ameaça (MFA 506-1, 2009);

Kit SAR – Montado no porão de armamento, facilmente instalável e desmontável na aeronave (MFA 506-1, 2009);

Máquina Fotográfica. Equipamento que permite a obtenção de fotografias de alta qualidade e definição (MFA 506-1, 2009);

SATCOM – Sistema de comunicação via satélite que permite a comunicação de voz e o envio e receção de dados (texto e imagem) com as unidades de C2 (MFA 500-11, 2012);

Posicionamento e *Directional Finder* (DF) – Equipamento que permite estabelecer ligações com rádios seguros para troca de posição, mensagens e voz e sistema AIS (*Automatic Identification System*) para controlo de tráfego mercante e ligação táctica com plataformas amigas (MFA 506-1, 2009); Deteta ainda emissões de rádio nas frequências de emergência e ainda, de uma frequência programável, com indicação da direcção de emissão e deteção da posição geográfica do emissor mantendo, simultaneamente, até cinco posições atualizadas no monitor de ecrã táctico (MFA 500-11, 2012);

TCDL – Este sistema permite a transmissão em tempo real de 2 canais de vídeo. Detém ainda mais dois canais disponíveis: um para voz, e outro para troca de dados via *Internet Protocol* (IP). Os dados enviados por este sistema são recebidos no solo por dois tipos de equipamentos, um portátil, designado ROVER, e um equipamento fixo *Secure Transmission System* (STE), com um alcance que pode ir até às 200 MN. Fazendo com que as imagens recebidas no solo sejam partilhadas em rede por vários utilizadores. Pelo canal IP podem ser transmitidas as mais variadas tipologias de informação, que podem ir desde uma imagem radar, a fotografias ou a ficheiros do sistema acústico (MFA 500-11, 2012);

AIS – Sistema de comunicações e informação que possibilita a identificação e localização de embarcações por intermédio da troca eletrónica (banda marítima de VHF) de dados entre estações, sejam navios, aeronaves ou estações costeiras. A informação trocada inclui a identificação dos navios, a sua posição, velocidade, rumo, etc. Pode ainda incluir o tipo de navio, carga a bordo, porto de destino, estima ao destino, etc. O P-3C “CUP Plus” está equipado com um sistema AIS completamente integrado no sistema de informação táctico. Para além desta função básica, o sistema permite que a imagem AIS recebida a bordo seja retransmitida (partilhada) de forma segura

com outras unidades dotadas de equipamentos compatíveis. Esse *link* seguro facilita ainda a troca segura de mensagens de texto (MFA 500-11, 2012);

Magnetic Anomaly Detection (MAD) – O MAD é um equipamento utilizado para detetar variações no campo magnético terrestre. Grandes massas ferrosas (ex: submarinos) causam significativas perturbações no campo magnético terrestre, medindo essas perturbações consegue-se detetar a presença de submarinos em imersão (MFA 500-11, 2012);

Centro de Apoio à Missão (CAM) – Sistema composto por um segmento embarcado que integra toda a informação proveniente dos sensores e dados de voo do avião e um segmento em terra que consta de uma estação com todos os elementos necessários à preparação e apoio das missões, análise e geração de informações. Permite a avaliação de todos os dados obtidos com os diversos sistemas da aeronave e efetuar processamento e armazenamento de sinais acústicos, ESM/ELINT, imagens e vídeo (MFA 506-1, 2009).

3.3.3. Esquadra 502 “ELEFANTES”

A Diretiva número 7/2007 atribui à Esquadra 502, sediada no montijo na Base Aérea 6 (BA6) e com destacamentos nos Açores e na Madeira, a execução de operações de transporte aéreo, de busca e salvamento, de vigilância marítima e de reconhecimento e fotografia aérea. Para a aeronave C-295M são exigidas as tarefas operacionais descritas no CONOPS para o SA C-295M, dentro das quais se destacam:

1. Executar missões atribuídas, em tempo de paz, crise ou guerra, em ambientes hostis e não hostis, em condições de tempo normais ou adversas, de dia ou de noite;
2. Garantir a prontidão da força para destacar para o Teatro de Operações;
3. Apoiar as autoridades, civis e militares, no reconhecimento e vigilância do ambiente marítimo de superfície e do espaço litoral;
4. Executar missões de Busca e Salvamento;
5. Executar missões de Reconhecimento e Fotografia Aérea.

Ainda citando o CONOPS para o SA C-295M, e considerando o âmbito desta investigação salientam-se as seguintes missões que são consideradas para este sistema de armas:

Ações em Operações SAR e de Busca e Salvamento de Combate (Combat Search and Rescue – CSAR) – Executar tarefas de apoio neste tipo de operação na vertente de longo raio de ação (ELR), sob coordenação dos RCC, marítimos e aéreos e em conjunto com unidades navais da Marinha, navios mercantes e helicópteros militares, nomeadamente da FA;

Reconhecimento e Fotografia aérea – Ações de reconhecimento fotográfico, vertical e oblíquo de alvos pré-definidos e de atividades relacionadas com interesses civis e militares, nomeadamente o apoio à cartografia militar.

Ações de Vigilância Marítima, nomeadamente:

Vigilância e Fiscalização no âmbito da Atividade de Pesca – Aptidão para desenvolver ações de vigilância e fiscalização de embarcações pesqueiras, dando cumprimento à regulamentação de pesca, nacional e comunitária;

Vigilância e Fiscalização no âmbito da Poluição Marítima – Aptidão para desenvolver ações de vigilância e fiscalização sobre navios e embarcações, com o intuito de preservar os recursos marinhos e zelar pelo cumprimento da regulamentação *Maritime Pollution* (MARPOL);

Vigilância e Fiscalização no âmbito de Atividades Ilícitas – Aptidão para desenvolver ações de vigilância e fiscalização sobre embarcações e navios envolvidos em infrações dos direitos alfandegários, tráfico de estupefacientes e imigração ilegal;

Vigilância e Fiscalização no âmbito do Tráfego Marítimo – Aptidão para desenvolver ações de vigilância e fiscalização sobre embarcações e navios inseridos nos corredores de tráfego marítimo dando cumprimento à regulamentação deste contexto.

Plataforma C-295M

A FA opera 12 C-295M em 2 variantes diferenciadas, em que 7 estão configuradas na variante de Transporte Aéreo e Busca e Salvamento e 5 na variante de Reconhecimento e Vigilância, das quais 2 contam com capacidade para receberem uma máquina fotográfica vertical fotogramétrica (MFA 500-11, 2012). Para poder realizar as diferentes missões, as 2 variantes têm de reunir determinadas características:

1. Características:

Elevada Capacidade de Manobra e Flexibilidade – O C-295M pode executar missões de Reconhecimento e Vigilância até 30 mil pés dependendo do *payload* específico de cada missão. A sua autonomia operacional, com configuração de Reconhecimento e Vigilância, é de aproximadamente 1600 MN ou 9 horas de autonomia. Sendo uma aeronave com capacidades *Short Takeoff and Landing* (STOL), pode voar a velocidades relativamente reduzidas possibilitando-lhe assim a capacidade de manobra necessária à vigilância contínua e sistemática de inúmeros alvos. Devido ao seu conceito modular pode ser configurada para vários tipos de missões específicas (MFA 500-11, 2012);

Operação em quaisquer Condições Meteorológicas e de Luminosidade – O SA C-295M encontra-se preparado para levar a cabo as suas missões em quaisquer condições meteorológicas ou de luminosidade. Para tal, dispõe de um sistema de navegação de elevada precisão, apoiado em duas plataformas INS/GPS, de meios de aproximação por instrumentos TACAN/VOR/ILS, de sistema NVIS interior e exterior, de um radar que, além dos modos meteorológicos, tem capacidade de discriminação simultânea de múltiplos alvos aéreos e terrestres/superfície e de um sistema de identificação de alvos aéreos por meio de interrogador eletromagnético (CONOPS C-295, 2006);

Integração de um Largo espectro de Sistemas e Equipamentos – A arquitetura de circulação de dados viabiliza a utilização de tecnologia de última geração criada para acomodar sistemas de navegação, comunicações e vigilância, para operação em ambiente militar (CONOPS C-295, 2006);

Conectividade a Redes de C2 Seguras – Equipa a aeronave um sistema de comunicações VHF/UHF seguro, possibilitando a troca de informação de voz, dados e imagem (CONOPS C-295, 2006).

2. Equipamentos – Configurada para a missão de Transporte Aéreo e de Vigilância Marítima, a plataforma C-295M, utiliza um conjunto de equipamentos que maximiza a capacidade de: navegação; comunicação; operação em pistas curtas e não preparadas; deteção e processamento de alvos; aquisição de dados e provas nas situações de avaliação de situações ilegais (MFA 500-11, 2012). Estas capacidades são garantidas pelos seguintes equipamentos:

Consola Tática – Alberga todos os comandos, monitores e respetivos *softwares* que controlam os sensores da aeronave. Funciona como interface entre o utilizador e os subsistemas (CONOPS C-295, 2006);

Radar de Busca – Equipamento primário de deteção de alvos de superfície instalado na parte inferior da aeronave com capacidade de cobertura de 360 graus (360°). Este equipamento tem ainda a aptidão de detetar de alvos pequenos até 80 MN e a vigilância a longa distância (até 200 MN) de alvos médios/grandes, Indicação de Alvos em Movimento (MTI), deteção de alvos aéreos até 80 MN e dá ainda informações relativas à Navegação e Meteorologia (MFA 500-11, 2012);

Side Looking Airborne Radar (SLAR) – Radar de varrimento lateral com alcance até às 80 MN para deteção de alvos de superfície de dimensão reduzida e deteção de áreas poluídas por hidrocarbonetos (MFA 500-11, 2012);

Scanner de Infravermelho/Ultravioleta (IR/UV) – Sensor com capacidades complementares às do SLAR, no âmbito da poluição marítima por hidrocarbonetos, que permite investigar e distinguir situações de verdadeira poluição e comparar a área total afetada com as áreas de maior concentração, com o propósito de orientar equipas de intervenção na superfície (CONOPS C-295, 2006);

Eletro-ótico IR/CCD TV – Sistema ótico que permite a filtragem do tipo de alvo a observar ainda antes de se encontrar ao alcance visual do operador em operações diurnas, e que permite, em operações noturnas, a identificação do alvo a curtas distâncias (utilizando um *Laser Illuminator*) ou do tipo de alvo a distâncias superiores. Este sensor integra-se com o radar e com o sistema

de missão de forma a que possa ser automaticamente orientado a partir de um alvo selecionado. As imagens recolhidas por este sensor poderão ser gravadas e enviadas via *data-link* para os centros de C2 (MFA 500-11, 2012);

Precision Radiation Thermometer 5 (PRT-5) – Termómetro de elevada precisão que determina e regista as temperaturas da água à superfície e reconhece a verdadeira da falsa poluição. Estabelece ainda eventuais zonas de provável concentração de espécies marinhas submersas, migradoras, e embarcações de pesca associadas à sua captura (MFA 500-11, 2012);

Radio Frequency Scanner (RF Scanner) – Equipamento com capacidade de deteção de emissões rádio num determinado intervalo do espectro eletromagnético que permite, através do DF, definir a área/setor de emissão (CONOPS C-295, 2006);

Farol de Busca – Equipamento com elevada capacidade de iluminação que pode ser controlado pelo operador ou, alternativamente, pode ser escravizado a um determinado sensor com a finalidade de identificar o alvo. Este farol pode emitir luz branca para utilização visual, ou luz negra através da utilização de um filtro comandado a partir do interior da aeronave para utilização conjunta com o IR do eletro-ótico (CONOPS C-295, 2006);

Lançador de Marcas – Este dispositivo permite o lançamento de marcas de mar, marcas de fumo e *flares* iluminantes e, simultaneamente envia para o sistema de missão, informação de '*mark on top*' com posição e hora do lançamento (CONOPS C-295, 2006);

Binóculos Gyro-estabilizados – Equipamento complementar para a identificação de alvos mesmo em condições climatéricas de instabilidade (turbulência), quando a aeronave ainda se encontra a uma distância considerável do alvo (MFA 500-11, 2012);

Máquina Fotográfica e Câmara de Vídeo – Sensores complementares na aquisição de provas de eventuais infrações, quer sejam no âmbito das atividades de pesca quer no âmbito da poluição. As imagens recolhidas por estes sensores são disponibilizadas, quase em tempo real, na consola táctica e são anotadas para que constituam prova na elaboração de Autos de Notícia e posterior apresentação em tribunal, com a seguinte informação obrigatória: Data, Hora, Posição, Rumo e Altitude (MFA 500-11, 2012);

Satellite Communications (SATCOM) – Sistema de comunicação via satélite que possibilita a comunicação de voz e o envio e receção de dados (texto e imagem) com as unidades de C2 (MFA 500-11, 2012);

Night Vision Goggles (NVG) – Operação com NVG, ou equipamento equivalente de visão noturna, poderá ser requerida no cumprimento de missões específicas (MFA 500-11, 2012);

Radar Warning Receiver (RWR) – O RWR é, em simultâneo, o integrador do sistema de autoproteção da aeronave e o equipamento que produz avisos quando a aeronave é iluminada por um radar hostil (CONOPS C-295, 2012);

Missile Warning System (MWS) – Este sistema proporciona à tripulação um aviso, em tempo real, de lançamento de mísseis direcionados à aeronave, por deteção da radiação associada ao sistema de ignição e propulsão do míssil, possibilitando, através da sua ligação com os sistemas de largada de contramedidas (*chaff/flare*), a reação rápida à ameaça (CONOPS C-295, 2006);

Kit SAR - Montado numa palete, facilmente instalável e desmontável na aeronave (CONOPS C-295, 2006);

Máquina Fotográfica Vertical para Reconhecimento Fotográfico (RFOT) – Equipamento que permite a aquisição de fotografias fotogramétricas de alta qualidade e definição (MFA 500-11, 2012);

Estação de Apoio em Terra – Estação estão todos os elementos necessários à preparação e apoio das missões, análise e produção de informações. Adicionalmente, podem avaliar-se todos os dados obtidos com o sistema de deteção de poluição (*Sea Pollution Detection System* – SPDS): armazenamento de imagens, identificação de substâncias vertidas, cálculo de volume e área das manchas determinação de zonas de maior concentração de poluente (*hotspots*), processamento das imagens de vídeo e elaboração de relatórios ao abrigo da legislação Europeia (MFA 500-11, 2012).

4. Análise ao potencial de operacionalização de um UAS de Classe II, no contexto da FA

Neste capítulo vai ser trata-se de um dos objetivos principais desta dissertação de mestrado referente à avaliação e justificação da possível utilização de um UAS Classe II, no contexto das missões da FA.

Este capítulo encontra-se alicerçado sobre um arcabouço teórico resultante das diversas entrevistas efetuadas a militares experientes da Força Aérea, envolvidos nas operações de VIMAR/SAR.

As entrevistas desenrolaram-se segundo um guião, que fomentava o diálogo livre entre ambas as partes, dirigido e moderado pelo autor. De acordo com a aeronave que o militar operava, procurou-se inicialmente que o entrevistado descrevesse as missões que desempenhava, focando aspetos como: sistemas e sensores utilizados, procedimentos, parâmetros de voo, etc.; de seguida, segundo o militar, avaliava-se as dificuldades e lacunas existentes na aeronave e na operação aérea decorrente. Após o enquadramento operacional era introduzido o tema das aeronaves não-tripuladas, em que o principal objetivo era avaliar e discutir os seguintes pontos:

1. A potencialidade do Classe II na FA; como poderia o UAS colmatar as lacunas e dificuldades encontradas nas Esquadras; que requisitos operacionais deveriam ser considerados;
2. Que tipo de sistemas e sensores seriam necessários instalar no Classe II para realizar missões de VIMAR/SAR;
3. Como deveria ser feita a sua integração na organização e no dispositivo nacional;
4. Tipificação de tarefas nas quais a utilização do UAS Classe II se destacaria pela positiva;
5. Que outras entidades poderiam eventualmente estar interessados na aquisição deste tipo de sistema de armas.

A análise do resultado das entrevistas permitiu:

- 1. Elaborar uma matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*)** – Que avalia: as potencialidades do

desenvolvimento e operação de um Classe II na FA; as suas vulnerabilidades inerentes aos meios não-tripulados; as oportunidades de uma nova tecnologia e por último as ameaças decorrentes da construção e operação do mesmo;

2. Listar equipamentos e sensores – Essenciais para complementar as UA e/ou até efetuar as missões de VIMAR/SAR.

3. Identificar requisitos operacionais desejáveis;

4. Identificar e listar possíveis tarefas a desempenhar pelo Classe II;

5. Tipificar duas missões – devidamente enquadradas com a realidade nacional, onde a participação de um UAS Classe II seria fundamental para o desenrolar das operações aéreas.

4.1. Análise matriz SWOT

Nesta matriz SWOT feita a partir das entrevistas, é feito um cruzamento entre a análise interna (potencialidades e vulnerabilidades) fornecida pelos inquiridos, e a análise externa (oportunidades e ameaças) inerente ao ambiente em que a FA se encontra inserida.

Tabela 3 - Matriz SWOT

Potencialidades	Vulnerabilidades
<ul style="list-style-type: none">- Autonomia- Custos reduzidos de Operação- Voo autónomo- Busca e vigilância autónoma- Mobilidade- Capacidade de vigilância persistente- Operação sem risco para a tripulação- Operação de múltiplos UAV por operador- Apoio às Esquadras operacionais- Sensores tecnologicamente avançados- Uso de recursos nacionais	<ul style="list-style-type: none">- Dependência de comunicações (SATCOM) para C2- Formação especial de operadores- Fiabilidade do sistema- Utilização fora de espaço aéreo segregado- Operação em ambiente marítimo- Largura de banda- Excesso de informação- Tecnologia experimental- Certificação- Limitação/Má interpretação por parte do Software na deteção de alvos- <i>Payload</i> útil limitada- Incompatibilidades- Maturação do produto
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none">- Interesse da indústria- Novas tipologias de missões- Introdução de nova tecnologia- Potencialidade de exportação de tecnologia e doutrina- Utilização dual (civil)- Afirmção em missões de VIMAR e SAR- Aumento da vigilância da ZEE- Cooperação internacional- Sinergias com universidades- Afirmção nacional e internacional das FAA	<ul style="list-style-type: none">- Competição da aviação tripulada- Certificação de aeronavegabilidade- Dificuldade de formação de operadores/analistas- Pouca regulamentação- Pouca uniformização de procedimentos- Integração UAS/Aeronave tripulada- Elevado custo de investigação- Falha por incapacidade tecnológica, financeira ou organizacional

Fonte: Autor et (VICENTE, 2013)

Partindo da análise da matriz SWOT pode verificar-se que existe um grande número de potencialidades derivadas de uma aeronave não-tripulada. Estas capacidades prendem-se fundamentalmente à inexistência do fator humano, podendo o UAS, desta forma, realizar missões de longa duração sem por em risco a vida dos seus operadores. Já a possibilidade de redesenhar a aeronave sem a necessidade de criar um cockpit para o piloto traz diversas vantagens relacionadas com a redução de custos durante a conceção e com o aumento da capacidade de *payload*.

À semelhança das aeronaves convencionais, os UAS também se encontram limitados às condições meteorológicas, que interferem negativamente nas comunicações, na capacidade sensorial e nas características aerodinâmicas do veículo aéreo. O Classe II poderá necessitar manter sempre uma ligação com a estação de controlo, o que, devido ao alcance das comunicações, limitará o raio de operação, sendo que a solução para este problema, seria utilizar diversas aeronaves como relés de comunicações, aumentando o raio de operação e consequentemente o custo por HV. A outra alternativa seria através de uma ligação por satélite, apesar da necessidade de uma grande largura de banda para a passagem de informação para a estação terrestre, o que poderia revelar-se limitativo e dispendioso, uma vez que Portugal teria que pagar pelo serviço visto não possuir satélites capazes de efetuar essa ligação.

Da análise efetuada ao ambiente externo destaca-se a oportunidade de afirmação da indústria e investigação a nível nacional, que iria desenvolver um novo produto e para isso, utilizar recursos nacionais. À semelhança do PITVANT, poder-se-ia desta forma aprofundar e até criar novas relações e partilha de conhecimentos com instituições de ensino superior e outras entidades tecnológicas nacionais e, inclusive, estrangeiras.

Fomentar o duplo uso militar/civil do Classe II poderá despoletar o interesse por parte de outras organizações, aumentando a probabilidade de vir a ser um sucesso empresarial, diluindo assim os custos de investigação e construção, bem como possibilitar o aparecimento de novas tipologias de missões. Mas por outro lado, pode ser encontrada alguma dificuldade no financiamento do projeto, visto tratar-se de uma nova tecnologia e de sensores altamente precisos e naturalmente muito dispendiosos, o que pode determinar custos de operação demasiado elevados para uma entidade civil ou mesmo privada.

Na generalidade, o facto de existir uma grande resistência na mudança de mentalidade quanto à utilização de UAS em detrimento de aeronaves tripuladas, aliada à dificuldade de integração destas em espaço aéreo não segregado, poderá ameaçar/adiar a existência do Classe II na FA. No entanto existem outras vulnerabilidades, que serão facilmente ultrapassadas com a maturação do produto, tais como: erros relacionados com o software, uniformização de procedimentos, formação de operadores e certificação da aeronave.

A introdução de uma nova tecnologia ainda em desenvolvimento, criada de raiz em Portugal, poderá acarretar um grande risco, mas, no entanto, é uma oportunidade para se capacitar a FA com novas valências.

4.2. Tipificação de duas missões

No contexto da FA, foram identificadas diversas aplicações onde a integração do UAS Classe II poderia ser uma mais-valia. Porém, devido à abrangência e o âmbito desta dissertação, escolheu-se dois cenários em que o emprego do UAS integrado com os Sistemas de Armas tripulados representava ser um elemento decisivo durante o desenrolar das missões. Foram elaborados dois cenários hipotéticos, um para VIMAR e outro para SAR.

4.2.1. VIMAR

Segundo o Conceito de Operações para o Reconhecimento e Vigilância (MFA 500-11), as áreas de vigilância estão divididas por prioridades. São classificadas segundo diversos fatores, tais como: estarem contidas no espaço territoriais e/ou porções na ZEE; proximidade a espaços territoriais e/ou económicos; etc.

Neste caso particular o UAS, poderia ser empregue numa área de prioridade 1.1 ou 2.1, que são áreas que vão até às 60 NM da costa continental (prioridade 1.1) ou 60 NM da costa dos arquipélagos (prioridade 2.1), respetivamente. Nestas áreas integradas na ZEE, o tráfego marítimo e as atividades piscatórias são mais intensas, logo mais sujeitas a atividades ilícitas como contrabando, pesca e imigração ilegal (MFA 500-11, 2012). Tal implica que haja uma maior necessidade de se vigiar estas áreas de forma permanente. Atualmente são empregues diversos meios nacionais

neste tipo de operações, inclusive as aeronaves tripuladas da FA. Emerge aqui um potencial cenário onde o UAS Classe II poderá ser uma mais-valia como complemento à atual capacidade para este tipo de operações.

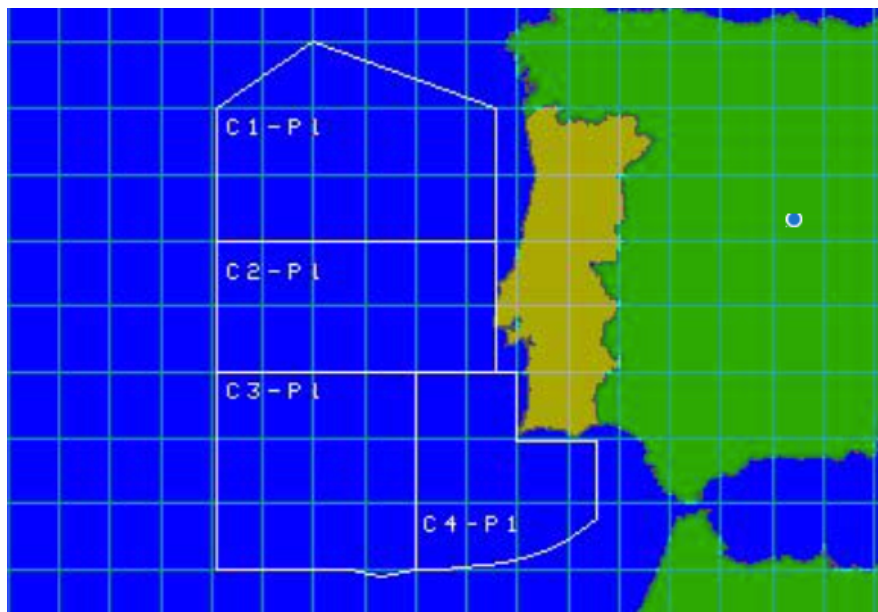


Figura 2 – Áreas continentais de prioridade 1.1

Fonte: (MFA 506-1, 2009)

De forma a melhor compreender a sua possível utilização, considere o seguinte cenário: o CeRVI segundo o Plano de Reconhecimento e Vigilância, emprega a aeronave C-295 numa missão de vigilância na área de prioridade 1.1. Durante a operação a tripulação deteta uma embarcação suspeita, reporta imediatamente a ocorrência e inicia o seguimento da mesma. Numa situação normal a Esq.^a 502 prosseguiria no seguimento da embarcação, interrompia a sua missão, até que alguma embarcação das Forças de Segurança ou da Marinha intercetasse o alvo, o que poderia demorar algum tempo devido à velocidade de deslocação dos navios ser muito reduzida. O C-295 estaria assim a desperdiçar recursos e tempo preciosos, deixando de executar o perfil de missão que tinha planeado.

Partindo da mesma situação, mas vai ser utilizado adicionalmente um UAS Classe II no dispositivo da Força Aérea: Um pouco mais a Norte, noutra área distinta, encontra-se o UAS Classe II a efetuar também uma missão semelhante. É requerido ao Classe II, devido à simplicidade da tarefa, que faça o seguimento da embarcação, até que um navio da Marinha ou das Forças de Segurança o intercete.

Ao ser atribuída uma função mais secundária ao UAS, como o seguimento da embarcação, que eventualmente até o fará autonomamente através de algoritmos, possibilita-se que o alvo seja permanentemente vigiado. Desta forma, deixa-se as tarefas mais complexas e importantes para serem executadas pela tripulação do C-295, que poderão continuar com o perfil da missão, aumentando desta forma a área vigiada e consequentemente diminuição da criminalidade ao largo da costa portuguesa. O exemplo aqui descrito, poderá ser também aplicado nos arquipélagos da Madeira e Açores, que englobam áreas de prioridade 2.1.

4.2.2. SAR

A intervenção do UAS Classe II neste tipo de missões terá que ser mais indireta devido à complexidade inerente a este tipo de missões, a busca e salvamento de sobreviventes com aeronaves tripuladas em ambiente marítimo é de difícil execução, não só pelas condições meteorológicas, mas também pelas condições visuais. A tripulação dá mais primazia ao que é observado diretamente com recurso ao olho humano (com ajuda dos binóculos), servindo-se apenas dos sensores eletro-óticos ou do radar como complemento, dando uma perceção situacional aos militares que dificilmente não poderia ser conseguida pelos sensores e equipamentos do UAS. Ainda assim o Classe II pode ter um papel relevante nas missões SAR, preenchendo uma lacuna existente no EH101, relacionada com a capacidade reduzida ou inexistente de comunicações satélite. As tripulações restringem-se apenas à possibilidade de comunicar com as estações terrestres através das comunicações rádio convencionais, cujo raio de emissão é muito limitado por diversos fatores como: altitude de operação, fase do dia, condições meteorológicas, etc. Regularmente as tripulações a partir das 100 milhas náuticas começam a ter dificuldades em comunicar, passando a voar “sozinhas” no imenso Oceano Atlântico.

Considere o seguinte cenário: uma missão noturna com condições meteorológicas adversas (vento com rajadas de 40km/h, visibilidade reduzida, aguaceiros e ondulação de 5 metros). De repente surge um alerta de uma embarcação que se encontra a 250 NM da costa. O MRCC ativa os meios da FA, descolando um EH101 do Montijo. O helicóptero, ao chegar ao local da embarcação depara-se com um incêndio a bordo, e um navio sobrelotado, sendo-lhe impossível

resgatar todos os ocupantes. Envia um pedido de ajuda, requerendo outra aeronave, mas devido à distância a que se encontra da costa não consegue contactar via rádio os meios necessários. Resgata metade da tripulação do navio e regressa em direção à costa. Assim que consegue entrar em contacto pede ajuda para que outro meio vá ao encontro da embarcação e resgate os restantes membros.

Considere agora o mesmo cenário, mas com o UAS integrado no dispositivo: por exemplo, o EH101 partiria ao encontro da embarcação e no seu encalço, voaria o UAS que posteriormente ficaria a sobrevoar a uma altitude de 10000 pés para evitar a meteorologia, a velocidade cruzeiro numa área que dista entre 100 a 120 NM da costa portuguesa, ficando a servir como relé de comunicações entre o helicóptero e a estação terrestre. Nestas condições seria possível fazer o pedido de ajuda atempadamente, para que se pudesse resgatar os restantes marinheiros aumentando assim a probabilidade de salvar todas as vidas a bordo da embarcação.

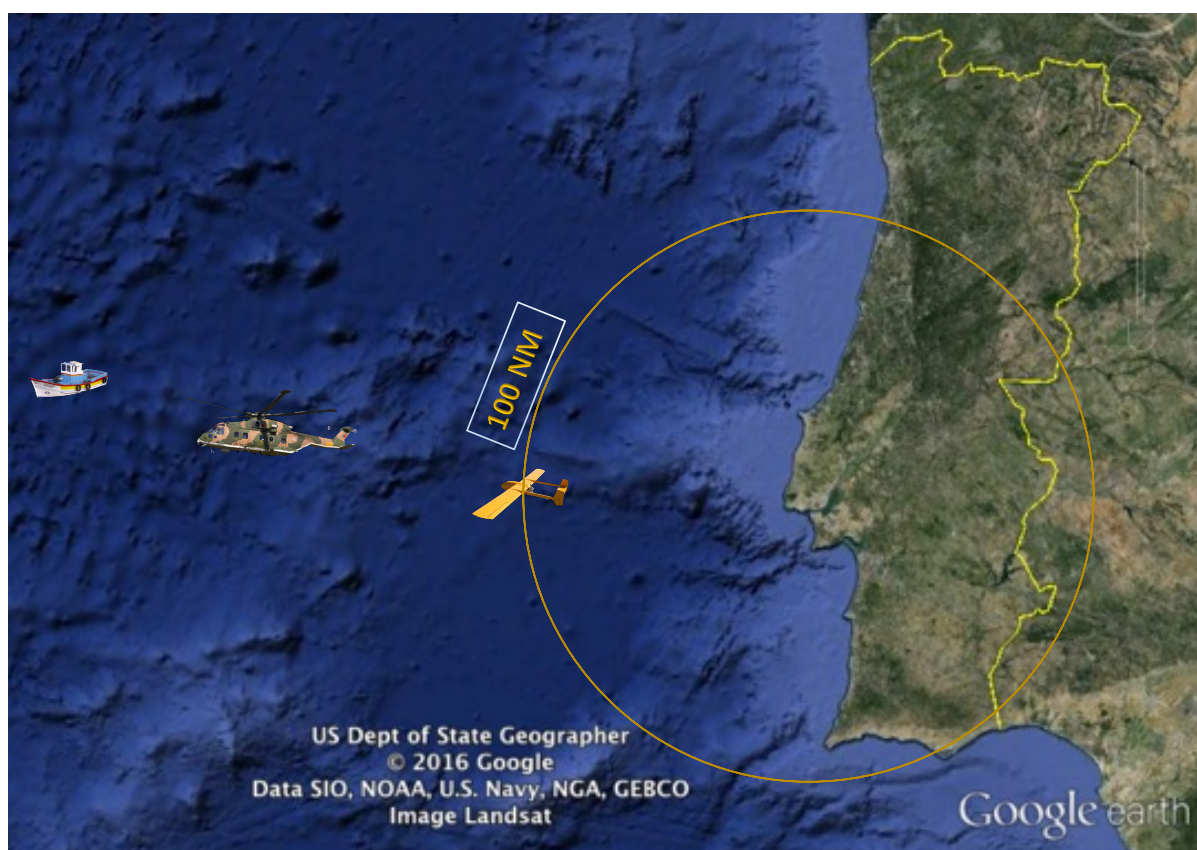


Figura 3 - Missão SAR

Face ao exposto prevê-se que a integração do UAS no dispositivo da FA poderá vir a ter um impacto bastante positivo nos resultados a serem alcançados,

destacando-se, por exemplo: o número de vítimas salvas aumentar no mesmo espaço de tempo; as tripulações das aeronaves de busca e salvamento estão salvaguardadas no caso de existir alguma falha em voo, porque têm como reportar a situação e obter a devida ajuda por parte do RCC; emprego e coordenação mais eficaz e eficiente dos meios aéreos e marítimos; maior percepção situacional dos operadores e dos meios coordenadores.

5. Tarefas a executar

Pretende-se no seguinte capítulo listar e definir quais as principais tarefas operacionais que o UAS Classe II poderá desempenhar, assim como, os principais sensores que deverá utilizar para levar a cabo com eficiência e eficácia as suas missões. Elencam-se, ainda outros equipamentos considerados relevantes a serem instalados nos UAS, bem como alguns requisitos adicionais a ter em conta ser durante o design e construção da plataforma Classe II.

A partir das entrevistas e da bibliografia lida, o autor encontrou diversas tarefas a desempenhar pelo UAS Classe II. Estas encontram-se divididas em duas grandes áreas, cuja principal entidade beneficiária será a Força Aérea. A primeira diz respeito às Operações Militares e a segunda às Outras Missões de Interesse Público (OMIP) (VICENTE, 2013).

1. Operações Militares

a) **ISR (Intelligence, Surveillance and Reconnaissance)** – Aptidão para patrulhar uma determinada área de forma a localizar, identificar e seguir contactos militares de superfície, navios civis de dimensões muito pequenas (embarcações e lanchas rápidas) e de maiores dimensões (grandes unidades navais). Como obter informações a grande distância e com grande discriminação (eletro-ópticas, radar e eletrónicas) sobre as atividades destes recursos com o objetivo de estabelecer um cenário reconhecido (*Recognised Picture*) servindo as necessidades de informações dos comandantes, em operações militares, e demais autoridades do Estado em matéria de Segurança no domínio de atividades económicas não autorizadas (pesca e exploração de outros recursos, tráfico de droga, imigração ilegal, contrabando, terrorismo, pirataria e utilização do oceano para depósito de lixo tóxico) (MFA 500-11, 2012);

b) **Apoio direto a Forças de Reação Rápida Combinadas e Conjuntas** – Aptidão para desenvolver, no plano militar e em apoio do comandante, um vasto espetro de tarefas, tais como: ações aéreas de vigilância sobre o oceano; ações de reconhecimento no litoral; demonstração de força; preparação de infiltração de forças; no domínio das Operações de Resposta a Crises; o apoio a embargos, bloqueios ou controlo do mar em

conjunto com unidades navais nacionais ou de forças europeias ou ainda da Aliança;

c) **Relé de Comunicações** – Contribuir para a função de comando e controlo sobre equipas no solo e no ar assegurando/ complementando o funcionamento da rede de comunicações entre centros de operações, localizados por vezes a grande distância em diversos tipos de operações (MFA 500-11, 2012);

2. OMIP

a) **Apoio à Busca e Salvamento** – Aptidão para executar tarefas de apoio neste tipo de operação, sob coordenação dos RCC, marítimos e aéreos e em conjunto com unidades navais da Marinha, navios mercantes e helicópteros militares, nomeadamente da FA (MFA 505-1, 2010);

b) **Fiscalização e Vigilância de pescas** – Aptidão para desenvolver ações de vigilância e fiscalização de embarcações pesqueiras, com o intuito da proteção de recursos vivos, dando cumprimento à regulamentação de pesca, nacional e comunitária (MFA 500-11, 2012);

c) **Colaboração com as Forças de Segurança na vigilância e reconhecimento de atividades ilícitas** – Aptidão para desenvolver ações de vigilância e fiscalização sobre embarcações e navios envolvidos em contravenções dos direitos alfandegários, tráfico de estupefacientes e imigração ilegal (MFA 500-11, 2012);

d) **Colaboração em atividades de controlo e proteção ambiental** – Aptidão para desenvolver ações de vigilância e fiscalização sobre navios e embarcações, com o intuito de preservar os recursos marinhos e zelar pelo cumprimento da regulamentação MARPOL (MFA 500-11, 2012);

e) **Reconhecimento e Fotografia aérea** – Ações de reconhecimento fotográfico, vertical e oblíquo de alvos pré-definidos e de atividades relacionadas com interesses civis e militares, nomeadamente o apoio à cartografia militar (MFA 500-11, 2012).

5.1. Sensores

A consequente seleção e emprego dos sensores mais adequados, deve atender ao produto que deles se procura obter. Universalmente a informação é recolhida a partir de: observação humana e/ou sensores (MFA 500-11, 2012).

A observação humana é o processo mais antigo de obtenção de informação militar, mantendo-se ainda hoje em dia como um dos métodos mais importantes. Realizada através da nossa visão ou pela nossa audição, pode desta forma complementar a informação obtida por outros sensores e em caso de avaria substituí-los. O valor e a fiabilidade da observação humana estão subordinadas ao grau de treino e experiência do indivíduo, sendo alvo de alguma subjetividade (MFA 500-11, 2012). Durante as missões de SAR executadas pelas aeronaves convencionais recorre-se principalmente à observação humana para a deteção de naufragos. Visto o Classe II ser uma aeronave não-tripulada, este tipo de observação é impraticável, tendo como principal fonte de informação e conhecimento situacional, os diversos sensores que o equiparão. Já nas missões de VIMAR o mesmo não se verifica, uma vez que grande parte da informação é obtida a partir dos sensores.

Os sensores estão divididos em dois grandes grupos: sensores que recolhem a informação no formato de imagem e sensores que recolhem a informação noutro tipo de formato. Ambos operam no espectro eletromagnético ou acústico, conseguindo detetar frequências não perceptíveis ao olho e ouvido humano. Os sensores além de recolherem a informação, também a armazenam, transmitem ou editam consoante o fim pretendido, tendo ainda a possibilidade de trabalharem diversos ao mesmo tempo e cruzarem a informação entre si. Estes sensores podem ser pré-programados ou operados pelo utilizador. Os dados recolhidos pelos sensores são muito fiáveis e pouco suscetíveis a subjetividade (MFA 500-11, 2012).

Para poder operar na FA e concretizar diversos tipos de missões, inclusive as missões SAR e VIMAR, devem ser montados no UAS Classe II alguns sensores, nomeadamente sensores de imagem capazes de: captar imagens ou fotografias; recolher vídeos de alvos de interesse; operar na gama do visível, infravermelho ou radar; transmitir em tempo real a imagem ótica ou não ótica (MFA 500-11, 2012).

Seria desejável que fossem instalados no Classe II os seguintes sensores:

Sensor eletro-ótico – Sensor passivo que recebe a luz de forma natural ou artificial refletida pelos objetos. Podem-se usar equipamentos eletrónicos de varrimento ou lentes convencionais com uma grande variedade de distância focal (MFA 500-11, 2012). O Classe II terá que ter capacidade para recolher imagens oblíquas, horizontais e verticais;

Sensor infravermelhos – Sensor passivo que deteta emissões ou reflexões na gama do infravermelho, normalmente causada pela radiação térmica. Tem a possibilidade de ver objetos durante a escuridão ou através de fumos artificiais (MFA 500-11, 2012);

Imagem Radar – Os radares são capazes de cobrir mais área e mais alvos que qualquer outro sensor. Permite converter a informação recebida numa imagem facilmente entendível pelos operadores, independentemente das condições meteorológicas. O UAS Classe II deverá ser equipado com os radares mais evoluídos tecnologicamente existentes no mercado. Deverá ser avaliada a utilização de radares com tecnologia *Synthetic Aperture Radar* (SAR) e *Active Electronically Scanned Array* (AESA). Estes radares conseguem: detetar alvos a longas distâncias, com modos de seguimento (*target tracking*) indicando a velocidade e rumo do alvo; adquirir imagens radar do terreno com bastante detalhe, para mapear a área iluminada (MFA 500-11, 2012).

Para além das funções acima referidas, a informação obtida a partir destes sensores deve auxiliar os operadores no controlo básico da aeronave e permitir que o software de processamento de imagem possa correr algoritmos de identificação, seguimento e busca.

5.2. Outros Equipamentos

Para além dos sensores, deverão ser instalados mais equipamentos no UAS Classe II a fim de garantir o seu perfeito funcionamento nas mais diversas tarefas e missões que lhe poderão ser atribuídas. Segundo as entrevistas e a bibliografia estudada o autor identificou os seguintes equipamentos:

AIS – Sistema de comunicações e informação que possibilita a identificação e localização de embarcações por intermédio da troca eletrónica (banda marítima de

VHF) de dados entre estações, sejam navios, aeronaves ou estações costeiras. A informação trocada inclui a identificação dos navios, a sua posição, velocidade, rumo, etc. Pode ainda incluir o tipo de navio, carga a bordo, porto de destino, estima ao destino, etc. (MFA 500-11, 2012). O UAS Classe II deverá estar equipado com um sistema AIS completamente integrado no sistema de informação tático. Seria desejável que o sistema permitisse que a imagem AIS recebida fosse partilhada de forma segura com outras unidades dotadas de equipamentos compatíveis;

Gimbal Giro-estabilizada – Plataforma móvel apta a albergar os sensores eletro-óticos e de infravermelhos, estabilizada eletronicamente por giroscópios. Seria desejável que fizesse uma cobertura de 360º(graus) e que estivesse totalmente integrada com o sistema de informação tático.



Figura 4 - Gimbal Giro-estabilizada “UAV Vision CM202”

Fonte:(UAV VISION, 2016)

Radio frequency scanner e Direction Finder– Equipamento com capacidade de deteção de emissões rádio num determinado intervalo do espectro eletromagnético (CONOPS C-295, 2006). Seria desejável que o UAS Classe II permitisse, através de um sistema *Direction Finder*, definir a área/sector das emissões recebidas e ainda integrá-lo no sistema de informação tático;

Precision Radiation Thermometer – Termómetro de elevada precisão que permite determinar e registar as temperaturas da água à superfície e reconhecer a verdadeira da falsa poluição, eventuais zonas de provável concentração de espécies marinhas submersas, migradoras, e embarcações de pesca associadas à sua captura (MFA 500-11, 2012);

Conectividade a redes de C2 seguras – A aeronave deverá estar dotada de um sistema de comunicações seguro e anti empastelamento em VHF e UHF. Seria desejável que o UAS Classe II possuísse um sistema de transmissão de dados via TCDL para conectividade a redes de C2 facultando a troca de informação de voz, dados e imagem em tempo real, permitindo assim partilhar e receber a informação em rede com outros utilizadores (inclusive operador) e dispô-lo no sistema de informação tático (MFA 506-1, 2009). A interface entre o operador e o UAS deve estar integrada no *data-link*;

SATCOM – Sistema de ligação via satélite que permita o envio e receção de dados (texto e imagem) com as unidades de Comando e Controlo (C2) (MFA 505-1, 2010). Seria desejável que o Classe II tivesse um segmento de controlo via satélite, que tenha as mesmas capacidades do *data-link* VHF/UHF, para ser usado em situações excepcionais e de emergência.

Os sistemas que aqui são apresentados pelo autor são meramente exemplificativos. Vão de encontro ao âmbito desta dissertação, podendo a Força Aérea consoante as tarefas ou missões, considerar outros tipos de equipamentos na configuração do UAS Classe II.

5.3. Requisitos Adicionais

Para além dos principais sensores e dos diversos equipamentos que poderão ser instalados no Classe II, devem ainda a montante ser considerados pelos construtores e desenhadores do projeto alguns requisitos fundamentais:

Performance – Será desejável que o Classe II possua uma autonomia superior a 20 horas, garantindo uma capacidade em espera na área superior a qualquer aeronave da Força Aérea. Tendo autonomia suficiente para garantir a vigilância do local designado enquanto os meios aéreos tripulados reabastecem ou são realocados;

Elevada Capacidade de Manobra e Flexibilidade – O UAS Classe II deverá poder voar a velocidades relativamente reduzidas possibilitando-lhe assim a capacidade de manobra necessária à vigilância contínua e sistemática de um elevado número de alvos (MFA 500-11, 2012). É desejável que a equipa de apoio no

solo tenha a capacidade de poder alterar rapidamente a configuração da aeronave de forma a adaptar-se mais facilmente ao perfil de missão que irá executar;

Capacidade para operar em quaisquer condições meteorológicas e de luminosidade – O Sistema de Armas deverá estar preparado para executar as suas missões em quaisquer condições meteorológicas ou de luminosidade. Apoiado pelos sensores técnicos, é desejável que disponha de um sistema de navegação, baseado num sistema de navegação integrado INS/GNSS, de alta precisão, de meios de aproximação por instrumentos TACAN/VOR/ILS, e de um sistema de identificação de contactos por meio de interrogador eletromagnético (*Identification friend or foe-IFF*) (MFA 506-1, 2009);

Capacidade de integrar um largo espectro de sistemas e equipamentos – A arquitetura de circulação de dados deverá permitir utilizar tecnologia de última geração concebida para acomodar os todos os sensores e equipamentos (MFA 505-1, 2010). O desenho e conceção deverá ser modular, criando desta forma um sistema de sistemas. Vai possibilitar uma melhor adaptação, sustentabilidade e isolamento de problemas e avarias que existam durante a operação da aeronave (MERINO, 2012). É ainda desejável que o software e o hardware sejam de código aberto, para que se possa atualizar e personalizar livremente sem restrições consoante as necessidades da Força Aérea;

Interoperabilidade – É desejável que o UAS Classe II partilhe a informação obtida com os outros ramos das Forças Armadas e com os países aliados, deverá ainda ser possível de operar em qualquer cenário quer nacional ou internacional sem restrições, seguindo os *Standardization Agreements* (STANAG's) implementados pela NATO (MERINO, 2012).

Automatização – É desejável que se tente automatizar o máximo possível de sistemas no UAS Classe II, com o objetivo de reduzir a carga de trabalho do operador, de modo a foca-se nas tarefas fundamentais (MERINO, 2012).

Mais uma vez, os requisitos que aqui são apresentados pelo autor são meramente exemplificativos. Vão de encontro ao âmbito desta dissertação, podendo a Força Aérea consoante as tarefas ou missões, considerar outros requisitos, como por exemplo: o UAS Classe II ser plurimotor (redundância de sistemas) ou ter capacidade de flutuabilidade, para que em caso de amargem se possa recuperar os equipamentos.

6. Conclusão e Recomendações

6.1. Conclusão

Os UAS são uma realidade nos mais distintos cenários, especialmente nos militares. Atualmente, qualquer força armada credível possui sistemas de armas deste tipo ou planeia adquiri-los a curto prazo. Os militares encontram nesta nova valência do poder aéreo uma forma de ultrapassar alguns desafios colocados, essencialmente, por problemas de restrições económicas, humanas e técnicas.

Ao longo da presente dissertação foram abordados temas e conceitos que se encontram relacionados com a missão da Força Aérea em geral e com as operações realizadas pelas Unidades Aéreas. O propósito e objetivo do trabalho de investigação é analisar o potencial da operacionalização de um UAS Classe II no âmbito das missões de VIMAR e SAR.

Neste sentido iniciou-se a abordagem do tema, com uma breve contextualização sobre o novo Sistema de Forças Nacional e da visão estratégica da Força Aérea para os UAS.

Para que se pudesse compreender o que se trata nesta dissertação, é necessário conhecer o que é um Sistema Aéreo Não-Tripulado, conhecer a sua história desde os primórdios até aos dias de hoje e por último entender o que a Força Aérea tem desenvolvido nesta área. O projeto PITVANT permitiu o desenvolvimento de UAS e de tecnologia experimental, juntamente com empresas e faculdades portuguesas. A evolução e maturação dos diversos protótipos, trouxeram diversas propostas para a FA participar noutros projetos nacionais e internacionais de especial relevância, nomeadamente o projeto PERSEUS e o SEAGULL.

De seguida salientou-se a importância da execução e cumprimento das missões de VIMAR e SAR na Força Aérea, que não seriam possíveis de realizar sem as atuais capacidades das Esquadras Operacionais que através das plataformas aéreas, garantem:

1. Elevadas capacidades de manobra e flexibilidade, devido à operação em altitude, aliadas a uma autonomia operacional e alcance consideráveis;
2. Operação em quaisquer condições meteorológicas e de luminosidade assegurada pelos sistemas de navegação de elevada precisão, pelos meios de aproximação por instrumentos e pelo sistema de visão noturna;

3. Integração de um largo espectro de sistemas e equipamentos possibilitada pela arquitetura de circulação de dados;

4. Conectividade a redes C2 seguras que possibilita a partilha e troca de informação de voz, dados e imagem com outros sistemas de armas.

Estas capacidades são conseguidas através dos seguintes equipamentos:

1. Diversos tipos de radares, que permitem a deteção de diversos tipos de alvos e de poluição marítima;

2. *Scanners* de IR/UV usados na deteção de poluição marítima;

3. Sensores acústicos para deteção e comparação de assinaturas de submarinos e navios;

4. Sistemas de eletro-óticos que permitem observar alvos fora do alcance visual do operador e gravar os dados em vídeo e envia-los para centros de C2;

5. Termómetros de alta precisão que permitem medir a temperatura das águas de superfície, para distinguir o tipo de poluição;

6. Faróis de busca com grande capacidade de iluminação para utilização visual (luz branca) e utilização conjunta com o IR dos equipamentos eletro-óticos;

7. Lançadores de marcas de mar, de fumo e de *flares* iluminantes;

8. Binóculos Giro-estabilizados para identificação de alvos a distâncias consideráveis;

9. Máquinas fotográficas e câmaras de vídeos para obtenção de provas de possíveis infrações;

10. Sistemas de comunicações via satélite para comunicação de voz e envio de dados (texto e imagem),

11. Óculos de visão noturna;

12. Sistemas de posicionamento e DF para deteção de emissões rádio nas frequências de emergência;

13. Sistemas preventivos de ameaças Radar e de mísseis;

14. *Kits* SAR;

15. Estações de Apoio em Terra/Centros de Apoio à Missão onde podem ser examinados todos os dados recolhido pelos diversos sensores e equipamentos.

Só desta forma é que as aeronaves e tripulações da Força Aérea conseguem cobrir a totalidade da área da FIR de Lisboa e Santa Maria, cumprindo os acordos estabelecidos nos documentos legais e ainda proteger este espaço das diversas ameaças.

Após a abordagem de temas e conceitos abrangentes e vastos, relacionados com as Unidades Aéreas, o trabalho de investigação seguiu um percurso que se estreitou, acabando por convergir na análise ao potencial de operacionalização do UAS Classe II, em que as entrevistas, a construção e respetiva análise da matriz SWOT e a tipificação de missões, se mostraram fundamentais para o cumprimento dos objetivos a que o autor se propôs atingir.

Na reflexão e análise da matriz SWOT, observa-se que existe um grande número de potencialidades inerentes à utilização de uma aeronave não-tripulada, que se revelam claramente nos dois cenários apresentados pelo autor, em que a presença do UAS equipado convenientemente, seria fundamental para o desenrolar das operações aéreas, tanto no cenário VIMAR, como no cenário SAR.

A FA deverá aproveitar a oportunidade de, não só, desenvolver e adquirir um produto nacional, que por si só irá impulsionar a indústria e investigação nacional aeronáuticas e ainda operar um meio capaz de apoiar as Esquadras operacionais e executar um largo espetro de tarefas, tais como:

1. ISR;
2. Apoio direto a Forças de Reação Rápida Combinadas e Conjuntas;
3. Relé de Comunicações;
4. Apoio à Busca e Salvamento;
5. Fiscalização e Vigilância de pescas;
6. Colaboração com as Forças de Segurança na vigilância e reconhecimento de atividades ilícitas;
7. Colaboração em atividades de controlo e proteção ambiental;
8. Reconhecimento e Fotografia aérea.

As tarefas por si só serão possíveis de executar se o UAS estiver convenientemente preparado e equipado com os seguintes sensores e equipamentos:

1. Sensores de imagem (EO, IR e radar);
2. AIS;

3. Gimbal Giro-estabilizada;
4. *Radio frequency scanner e Direction Finder*;
5. *Precision Radiation Thermometer*;
6. Conectividade a redes de C2 seguras;
7. SATCOM.

Identificando as tarefas, os sensores e equipamentos, restou ao autor listar alguns requisitos que devem ser tidos em consideração aquando o desenho e conceção do UAS Classe II, tais como:

1. Autonomia superior a 20H;
2. Elevada Capacidade de Manobra e Flexibilidade;
3. Capacidade para operar em quaisquer condições meteorológicas e de luminosidade através de sistemas precisos de navegação e de ajudas rádio;
4. Capacidade de integrar um largo espectro de sistemas e equipamentos para que se possa configurar facilmente a aeronave consoante a tarefa e o tipo de missão que irá desempenhar
5. Interoperabilidade entre outros ramos das Forças Armadas e outras forças internacionais;
6. Automatização da operação do UAS.

A Força Aérea através da operação dos seus meios aéreos juntamente com o UAS Classe II terá uma capacidade de projeção muito vantajosa quando comparada com a atualidade. Potenciada pelas mais variadas competências do Classe II, teremos uma FA mais capaz e eficiente, ficando mais preparada para o futuro, que passará certamente pela aquisição de plataformas UAS Classe III, indo de encontro à visão estratégica para Sistemas Aéreos Não-Tripulados.

6.2. Recomendações

Concluído todo o trabalho de investigação e apresentadas as conclusões, apresentam-se de seguida algumas recomendações que são o fruto das suas ilações e fruto de algumas situações/sugestões que foram ocorrendo durante a realização do trabalho e das entrevistas.

Durante a elaboração da dissertação de mestrado o autor teve algumas dificuldades relacionadas com a falta de informação pública sobre a utilização de UAS na Vigilância Marítima e sobretudo na Busca e Salvamento. Como tal sugere-se à **AFA** que elabore uma dissertação de mestrado, cujo objetivo seja o levantamento de informação sobre a utilização de meios não-tripulados, por parte de outros países aliados nas ações de VIMAR e SAR, tratar a informação e adapta-la no contexto da Força Aérea.

No sentido de testar o software e o hardware instalado nas aeronaves não-tripuladas do **CIDIFA** e ainda validar a utilização dos UAS no apoio às missões de SAR e VIMAR, recomenda-se que o **Comando Aéreo** juntamente com os meios do **CIDIFA** coordene as seguintes atividades:

1. Localizar, identificar e seguir uma balsa salva-vidas para 15 pessoas;
2. Utilizar um UAS como relé de comunicações entre uma estação terrestre/navio e um EH-101;
3. Localizar e identificar de um desaparecido na praia, recorrendo a um manequim ou boneco;
4. Seguimento de uma Lancha Rápida;
5. Coordenar voos entre meios tripulados e não-tripulados em espaço aéreo não segregado.

Por último recomenda-se à **Divisão de Operações (DivOps)**, que em cooperação com o CA, estude possibilidade de construir uma rede e infraestrutura permanente de C2, dedicada exclusivamente à operação de UAS.

7. Referências Bibliográficas

AAP-06, 2012 – **NATO Glossary of Terms and Definitions**, NATO Standardization Agency, (2012);

BLOM, John - Unmanned Aerial Systems: A Historical Perspective. **Combat Studies Institute Press-Occasional Paper 37**. ISSN 978-0-9823283-0-9. (2010);

BORREGO, Joaquim; MORGADO, José - Sistemas Aéreos Autónomos Não Tripulados. **Revista Mais Alto**. 413, (2015), p. 25–32.

BORREGO, Joaquim; MORGADO, José - PITVANT. **Revista Mais Alto**. 415, (2015), p. 21–28.

CAMÕES, Luís Vaz De - **Os Lusíadas**, Instituto da Biblioteca Nacional e do Livro, (1572);

CEDN, 2013 - **Conceito Estratégico de Defesa Nacional**. Vertido no nº 1.4.4. da Resolução do Concelho de Ministros nº19 de 2013, publicada em Diário da República, 1ª série, nº 67 de 5 de abril de 2013 (2013), p. 1981-1995;

CEM - **Conceito Estratégico Militar**. Aprovado pelo Conselho Superior de Defesa Nacional a 30 de julho de 2014, (2014);

CHIOTE, Diogo - **Requisitos Operacionais para os Veículos Aéreos Não Tripulados (UAV) na Guarda Nacional Republicana**, (2012). Disponível em WWW:URL:<http://comum.rcaap.pt/handle/123456789/8534>;

CNUDM – **Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar**, Diário da República nº. 238/97 Série I-A, 1º. Suplemento de 14 de Outubro de 1997, (1997);

CONOPS C-295M – **Conceito de Operações para o Sistema de Armas C-295M**, Estado-Maior da Força Aérea (EMFA), 3a Divisão, (2006);

CEMFA DIR 07/07 – **Missões, numeração e distintivos das unidades aéreas da Força Aérea**, Diretiva No 07/2007 do GEN CEMFA, Estado-Maior da Força Aérea, Divisão de Operações, (2007);

FALHSTROM, Paul Gerin; GLEASON, Thomas J. - **Introduction to UAV systems**. Aerospace series. 4th ed. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, (2012). ISBN 978-1-119-97866-4;

FERREIRA, Deodato José Ramalhais - Os SIG no Apoio ao Planeamento De Missões de Busca e Salvamento em Amambiente Marítimo, Instituto Politécnico deCastelo Branco, 2014.Disponível em WWW: URL:<http://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/2570>;

FERREIRA, José - **O Patrulhamento Marítimo em Portugal**. Air & Space Power Journal. (2001). Disponível em WWW:<[URL:http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apj-p/2001/4tri01/ferreira.htm](http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apj-p/2001/4tri01/ferreira.htm)>;

JAPCC - **Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO**, Joint Air Power Competence Centre, (2010);

JP 1-02 –**Dictionary of Military and Associated Terms**, Department of Defense, Joint Publication, (2010);

KEANE, John F.; CARR, Stephen S. - **A brief history of early unmanned aircraft**. Johns Hopkins APL Technical Digest. 32:3. (2013). p. 558–571;

MERINO, Félix Fernández - **Los Sistemas No Tripulados**, Centro Superior de Estudos de Estudios de la Defensa Nacional (2012);

MFA 500-11– **Conceito de Operações para o Reconhecimento e Vigilância**, Estado-Maior da Força Aérea (EMFA), Divisão de Operações, (2012);

MFA 500-12 - **Visão Estratégica para Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas**. Estado-Maior da Força Aérea (EMFA), Divisão de Operações, (2013);

MFA 505-1– **Conceito de Operações para o Sistema de Armas EH-101**, Estado-Maior da Força Aérea (EMFA), Divisão de Operações, (2010);

MFA 506-1 – **Conceito de Operações para o Sistema de Armas P-3C**, Estado-Maior da Força Aérea (EMFA), Divisão de Operações, (2009);

MORGADO, José; SOUSA, João - **O Programa de Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Autónomos Não-Tripulados da Academia da Força Aérea**. Cadernos do IDN, nº.4. Instituto de Defesa Nacional, (2009);

RQ - **A Vigilância Marítima na Força Aérea Portuguesa**,(2014), Disponível em WWW:<URL:<http://www.emfa.pt/www/noticia-480-a-vigilancia-maritima-na-forca-aerea>>.

SILVA, Diogo - **Importância da fusão e disponibilização dos dados recolhidos pelos equipamentos de missão das aeronaves P3-C CUP Plus, C-295M e EH-101**, Sintra: Academia da Força Aérea, Mar. (2013);

TELES, Susana; SARMENTO, Manuela - **Transporte aéreo: evolução e tendências**, Lusíada, Economia e Empresa, (2014) p.115–140;

UAV VISION - **CM202 Multi-Sensor Gyro Stabilized Gimbal**(2016), Disponível em WWW:<URL : <http://uavvision.com/product/cm202-3/>>;

VICENTE, José - **A Desumanização do Poder Aéreo, a Interferência e a Interação Humana no Futuro da Guerra**, Lisboa: Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, (2013);

VITORINO, Sérgio - **EH-101 ‘Merlin’ 1536 vidas salvas em 10 anos**. Correio da Manhã (2016). Disponível em WWW:<URL:http://www.cmjornal.xl.pt/nacional/portugal/detalhe/1536_vidas_salvas_em_10_anos.html>.

WADE, Mark - **V-2**, (2016). Disponível em WWW:<URL: <http://www.astronautix.com/lvs/v2.htm>>.

NEWCOME, L. – **Unmanned Aviation: A Brief History of Unmanned Aerial Vehicles**. Reston, Virginia, E.U.A.: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc, (2004);

ENTREVISTAS/ CONVERSAS INFORMAIS

Tenente-Coronel José Oliveira, Base Aérea Nº1 - Academia da Força Aérea.
Realizada em: 4 de dezembro de 2015.

Tenente-Coronel João Carita, Base Aérea Nº6 – Esquadra 751 “PUMAS”.
Realizada em :7 de janeiro 2016.

Major Veloso Rocha, Comando Aéreo – CeRVI. Realizada em: 17 de maio de 2015.

Capitão Mauro Dias, Base Aérea Nº6 – Esquadra 502 “ELEFANTES”.
Realizada em :7 de janeiro 2016.

Capitão Miguel Gaspar, Base Aérea Nº6 – Esquadra 751 “PUMAS”.
Realizada em :7 de janeiro 2016.

Capitão Pedro Diniz, Base Aérea Nº1 - Academia da Força Aérea.
Realizada em: 24 de fevereiro de 2016.

Capitão Hugo Ferreira, Base Aérea Nº1 - Academia da Força Aérea.
Realizada em: 10 de maio de 2016.